Phyt. 304 xd -1- Jussieu

Jussieu's

Botanik

übersetzt von

Dr. H. M. Schmidt-Göbel

und

Johannes Pfund.

Erste Abtheilung.

Mit 5 lithographirten Tafeln.

Die eigentliche Terminologie folgt der Anordnung des Verfassers gemäß erst in der zweiten Abtheilung.

43 g

Phyt. 304 ^xd^ Jussieu

Div. 245

A. von Jussieu's,

Mitglied der Akademie und Professor am Museum der Naturgeschichte zu Paris ꝛc. ꝛc.,

Elementarkurs der Botanik,

abgefaßt

nach dem Programm der Universität von Paris vom 14. September 1840.

Aus dem

Französischen übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen versehen

von

Med. Dr. H. M. Schmidt-Göbel

und

Johannes Pfund.

Mit vielen Abbildungen.

Prag,

J. G. Calve'sche Buchhandlung.

1844.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Druck und Papier von Gottlieb Haase Söhne.

§. 1. Die Botanik (Pflanzenkunde, Phytologie) ist die Lehre oder der Inbegriff aller zur Wissenschaft erhobenen Kenntnisse von den Pflanzen, und macht einen Theil der Naturwissenschaften im weitern und der Naturgeschichte im engern Sinne aus.

Sie zerfällt in die Histologie (Gewebslehre von ἱστος, Gewebe) oder die Lehre von den einfachen organischen Bestandtheilen vom innern Bau der Pflanze (sonst auch Anatomie der Pflanzen oder Phytotomie genannt), in die Organologie oder die Lehre von der Art und Weise, wie die einfachen Bestandtheile zu ganzen Gebilden (Organen), z. B. zu Blättern, Wurzeln ꝛc. verbunden sind, und hieher gehört, je nachdem man die äußere Form, den innern Bau oder die Entwicklung der einzelnen Organe betrachtet, die Phytographie (Beschreibung der äußern Form der Pflanze), die Anatomie und Morphologie (Lehre von der Umstaltung) der einzelnen Organe, und endlich in die Physiologie, oder die Lehre von den Lebensverrichtungen. Sofern man diese an den einzelnen Organen für sich betrachtet, gehört sie eigentlich in die Organologie; sofern man aber untersucht, wie die Organe zur Erhaltung des Lebens der einzelnen Pflanze und zur Wiedererzeugung (Reproduktion) wirksam sind, bildet sie eine eigene Lehre für sich. Diese sämmtlichen Lehren lassen sich eigentlich nirgends streng trennen, sondern greifen auf das vielfältigste und innigste in einander, daher sie auch häufig theilweise zusammen vorgetragen werden.

Die Lehre von den chemischen Bestandtheilen der Pflanzen oder die Phytochemie gehört eigentlich gar nicht in die Botanik, sondern in die Chemie; wir wollen aber, um dem Leser das Nachschlagen in anderen Werken zu ersparen, das Nöthigste hier kurz anführen.

Der Inbegriff sämmtlicher der Botanik eigenthümlicher Ausdrücke, die entweder in der Sprache des gewöhnlichen Lebens fehlen oder eine andere Bedeutung haben, heißt botanische Kunstsprache, Terminologie oder Glossologie, ist aber keine eigene Lehre der Botanik.

Alles, was man von der einzelnen Pflanze überhaupt weiß, sucht man zusammenzufassen und auf sämmtliche Pflanzen anzuwenden, um sie als eine vielfältige Einheit, ein Ganzes, ein System zu betrachten, und das ist die Systematik. In welchem Verhältnisse aber die Pflanzen zu der Erde stehen, lehrt die Pflanzengeographie, und welche Veränderungen die gesammte Pflanzenwelt seit ihrem Bestehen (bevor unsere Erdoberfläche in ihre jetzigen Verhältnisse getreten ist) erlitten hat, lehrt die Geschichte der Pflanzen, die man gewöhnlich zur Petrefaktenkunde (Kenntniß der fossilen organischen Körper) rechnet

Diese Lehren insgesammt nennt man die reine Botanik, weil hier die Pflanze ihrer selbst willen an und für sich betrachtet wird. Untersucht man sie aber in Bezug auf eine bestimmte Anwendung in Künsten oder Gewerben, also auf einen außer ihr liegenden zufälligen Zweck, so nennt man dieß die angewandte Botanik, und hier hat man die ökonomische, medicinische, technologische und Forst-Botanik, jenachdem man die Pflanzen in's Auge faßt, die der Landwirth, der Arzt, der Handwerker und Künstler und der Forstmann mannigfaltig benutzen und verwenden.

Die Pflanze definirt man als ein lebendes Wesen, welches wächst und sich vermehrt, sich aber weder willkürlich bewegt noch empfindet.

Eine Pflanze unterscheidet sich von einem Thiere in den meisten Fällen freilich sehr auffallend, es gibt aber gewisse sehr einfach gebildete Thiere und eben so einfach gebildete Pflanzen, die mit einander so viel Aehnlichkeit haben, daß ein Unterschied schwer wahrzunehmen und noch schwerer wiederzugeben ist. Daran sind freilich meist nur die Schwäche unsrer Sinne und die Unzulänglichkeit unserer künstlichen Hilfsmittel Schuld. Man definirt übrigens ein Thier am besten als ein lebendes Wesen, welches wächst, sich vermehrt, sich willkürlich bewegt und empfindet. Der Unterschied ergibt sich von selbst aus dem Vergleich der beiden Definitionen. Viele andere Unterschiede, die man noch aufführt, sind nicht haltbar und durchgreifend, also hier überflüssig.

An das Wort Pflanze knüpft man im gemeinen Leben häufig die Vorstellung von einem Baume oder einem Kraute, und wir können es für den Anfang immerhin bei dieser Vorstellung bewenden lassen. Eine solche Pflanze hat in der Regel Wurzeln, einen Stengel oder Stamm, Blätter und Blüthen und später Früchte und Samenkerne. Dieß weiß Jeder, und wer sich nur ein wenig mehr um derlei gekümmert hat, weiß auch, daß diese Theile der Pflanze, z. B. die Blume, aus mehreren kleinern Theilen zusammengesetzt sind. Wenn man nun diese abermals zerlegt, und in einer Reihe von Untersuchungen stets die schon erhaltenen Theile in noch kleinere zu zerlegen trachtet, so kömmt man endlich zu solchen, die eine fernere Zerlegung nicht mehr zulassen. Diese muß man denn als die einfachsten (Form-) Bestandtheile des untersuchten Körpers ansehen, und man nennt sie einfache oder Elementar-Organe oder Gebilde. Die durch ihre Vereinigung entstandenen und ein abgeschlossenes Ganze bildenden Theile der Pflanze aber, die zur Vollführung irgend eines Lebensaktes beitragen, einer Verrichtung vorstehen, nennt man zusammengesetzte Gebilde oder Organe. Die einfachen oder Elementarorgane nennt man auch Formbestandtheile, weil sie bestimmte, sich wiederholende Formen besitzen und sich auf mechanischem Wege darstellen lassen, während die Mischungsbestandtheile, chemischen Bestandtheile formlos sind, und nur auf chemischem Wege gefunden werden können. Weil nun irgend ein einfacher Stoff sehr wohl ohne bestimmte Form gedacht werden kann und weil ein solcher allein oder mit einem, 2, 3 ꝛc. erst vor über-

haupt vorhanden seyn muß, ehe er durch die Lebenskraft in eine bestimmte organische Form gebracht existiren kann, so wollen wir hier die Aufzählung der chemischen oder Mischungsbestandtheile der Lehre von den Formbestandtheilen vorausgehen lassen. Wie schon oben erwähnt wurde, gehört dieß eigentlich der Chemie an, indessen ist es hier wie an andern Orten nicht thunlich, die Sache so genau zu nehmen und so streng zu sondern, indem sich bei dem jetzigen Entwicklungsgange der Wissenschaften und besonders der Naturwissenschaften immer mehr Berührungspunkte zwischen denselben ergeben und sich täglich mehr zeigt, wie wenig eine ohne die andere bestehen kann, indem sie alle ein großes organisches Ganze bilden.

Die chemischen Bestandtheile zerfallen in die einfachen und zusammengesetzten. Unter den letztern gibt es wieder solche, die nur in organischen Wesen vorkommen, indem sie durch die ihnen inwohnende Lebenskraft erst uns andere zusammengesetzt werden und diese nennt man organische, alle andern aber anorganische.

Anorganische Bestandtheile. Man hat bisher folgende chemische Elemente in den Pflanzen gefunden:

1. Kohlenstoff (C), 2. Wasserstoff (H), 3. Sauerstoff (O), 4. Stickstoff (N), 5. Chlor (Cl), 6. Jod (J), 7. Brom (Br), 8. Schwefel (S), 9. Phosphor (P), 10. Silicium (Kieselmetall, aber nur als Kieselerde) (Si), 11. Kalium (K), 12. Natrium (Na), 13. Calcium (Ca), 14. Magnium (Mg), 15. Aluminium (Al), 16. Eisen, Ferrum (Fe), 17. Mangan, Manganium (M), 18. Kupfer, Cuprum (Cu).

Von allen diesen Stoffen ist der wichtigste der Kohlenstoff, welcher die feste Grundlage der Pflanze bildet und in großer Menge vorhanden ist. Verkohlt man eine Pflanze vorsichtig, so behält sie fast den ganzen innern Bau bis in die kleinsten Theile, den sie im Leben hatte und wie man dieß in den Holzkohlen und den Braun- und Steinkohlen (welche von vorweltlichen Pflanzen herrühren) deutlich sehen kann. Ihm zunächst stehen Wasserstoff und Sauerstoff, die mit Kohlenstoff die meisten zusammengesetzten oder näheren Bestandtheile der Pflanzen bilden, auch zuweilen obwohl selten frei vorkommen, was beim Kohlenstoff nie der Fall ist. Stickstoff bildet einige wichtige Verbindungen, und ist besonders in Pilzen häufig, weßhalb diese auch so viel Thierisches in Geschmack und Geruch haben. Chlor findet man, aber nicht frei, in Steppen- und Strandpflanzen, Brom und Jod eben so in Meerpflanzen. Schwefel und Phosphor (als Säuren und in andern Verbindungen) sind in vielen Pflanzen, aber selten, in größerer Menge vorhanden. Sehr häufig und oft in sehr großer Menge kömmt die Kieselerde vor, besonders in der Rinde und Oberhaut. Sie bildet z. B. bei mehreren Schachtelhalmarten (Equisetum) 95 — 97$\frac{1}{2}$ Prozent der Asche.

Kalium, Natrium, Calcium, Magnium, (Bittererde), Aluminium (Thonerde), Eisen und Mangan kommen häufig, aber nicht in großen Quantitäten vor; vorzüglich sind die ersten drei häufig; Kupfer findet sich nur in wenigen Pflanzen und in

sehr geringen Mengen. Mit den erwähnten Ausnahmen kommen alle diese Stoffe nur in binären, ternären und quaternären Verbindungen vor.

Von den Verbindungen zweier dieser einfachen Stoffe oder von den binären Verbindungen ist vor allem das Wasser (Sauerstoff und Wasserstoff ($\dot{H}$ oder HO) überall vorhanden; sehr häufig ist Kohlensäure (CO^2 oder $\ddot{C}$), Kleesäure ($\dddot{G}$), einige andere Sauerstoffsäuren und Metalloxyde, so wie auch Wasserstoffverbindungen. Das Wasser macht manchmal $^9/_{10}$ der Pflanzen aus. Die Kohlesäure befindet sich sehr oft frei im Pflanzensafte gelöst.

Die Säuren und Oxyde bilden ternäre Verbindungen, die Salze miteinander, welche theils im Safte aufgelöst, theils auskrystalisirt in den Pflanzen vorkommen. Die Alkalien und Erden mit Pflanzensäuren verbunden sind am häufigsten und überall vorhanden.

Allenthalben findet man kleesauren Kalk, welcher oft in solcher Menge da ist, daß er über $^8/_{10}$ sämmtlicher festen Bestandtheile ausmacht. Er krystallisirt sehr oft in der Pflanze.

Gleichfalls häufig ist kohlensaurer Kalk. Auch schwefelsaurer Kalk ist nicht selten und beide krystallisirt. Alle übrigen Salze sind seltner oder in sehr kleinen Mengen vorhanden.

Die organischen Bestandtheile. Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff verbinden sich unter einander zu vielen Verbindungen, die organische oder vegetabilische heißen.

Von den Stoffen, welche aus Kohlen-, Sauer- und Wasserstoff bestehen, sind aufzuführen: 1. Der Membranen- oder vegetabilische Faserstoff, Holzfaser, 2. die Pflanzengallerte, 3. Stärkemehl, 4. Gummi, 5. Zucker, 6. Amyloid, 7. Inulin, 8. fette Oele.

Der Membranen- oder Faserstoff ist zähe, biegsam, elastisch, wasserhell und durchsichtig und in den Lösungsmitteln unlöslich. Mit concentrirter Schwefelsäure behandelt verwandelt er sich in Stärkmehl. Im unreinen Zustande in den Pflanzen ist er meist gefärbt.

Die Pflanzengallerte (vegetabilischer Schleim, Pektin und Pektinsäure, Bassorin, Salep, Lichen, Caragen) ist trocken hornartig, quillt mit Wasser zu einer Gallerte auf und vertheilt sich allmälig darin. Er ist rein wasserhell, und in Alkohol, fetten und ätherischen Oelen, so wie in Aether unlöslich und wird von Jod nicht gefärbt. Er geht einerseits in Membranenstoff und in Amyloid, andererseits in Stärkmehl und Gummi über. Er ist oft der Inhalt der Zellen, oft bildet er auch Zellenwände.

Das Stärkmehl (Amylum) ist trocken weiß, hart, zwischen den Fingern knisternd, löst oder vertheilt sich wenigstens in Wasser, und ist leicht in kochendem Wasser löslich, und gibt dann getrocknet eine glasartige Masse. In Säuren und Alkalien löst es sich gleichfalls, aber nicht in Alkohol, Aether und fetten und ätherischen Oelen. Mit Jod färbt es sich in der verdünntesten Lösung blau. Es kömmt meist unter der Form verschiedenartiger Körnchen in allen Pflanzen vor. Die häufigste Form (in der Kartoffel besonders deutlich) ist die eines Kornes, welches aus vielen concentrischen Schichten besteht

und innen einen Kern hat, welcher mit einer andern Substanz gefüllt zu seyn scheint. (S. später.)

Amyloid ist eine noch wenig gekannte Substanz, die trocken knorplig, feucht, gallertartig, wasserhell und durchsichtig, bloß in kochendem Wasser, stärkern Säuren und Aetzkali, nicht in Aether und Alkohol löslich ist. Nur in concentrirtem Zustande färbt ihn Jod blau und dann löst sich diese Verbindung im Wasser mit gelber Farbe. Bisher nur in einigen Samenlappen gefunden.

Gummi (Arabin, Dextrin, Pflanzenschleim zum Theil) ist eine bekannte Substanz von glasartigem Aussehen, spröde und in Wasser und verdünnten Säuren leicht löslich, unlöslich aber in Aether, Alkohol und fetten Oelen. Alkohol schlägt es aus seiner Lösung körnig nieder, Jod färbt es blaßgelb. Es kömmt aufgelöst in den Zellen, häufiger aber in großen Gummigängen vor, und ist dann oft gelb oder braun gefärbt.

Der Zucker ist, wenn er rein und fest ist, in wasserhellen Krystallen und löst sich sehr leicht in Wasser, wenig in Alkohol, gar nicht in Aether und fetten und ätherischen Oelen auf. In einigen Formen krystallisirt er gar nicht. Er kömmt immer aufgelöst in den Pflanzen vor, oft in großer Menge, wie in den Stengeln des Zuckerrohrs. Zuweilen krystallisirt er in den Nektarien heraus, wie bei der Kaiserkrone (Fritillaria imperialis) und den Rhododendronarten.

Das Inulin (Dahlin, Calendulin, Synantherin, Sinistrin) findet sich in den Georginenknollen und anderwärts (wahrscheinlich noch in vielen Pflanzen) als feinkörniges Pulver, dessen wasserhelle Körner sich in kochendem Wasser leicht lösen, beim Erkalten aber wieder körnig niederfallen. In Alkohol und Aether ist es unlöslich, durch Jod wird es gelb gefärbt.

Fette Oele und Wachs sind wohl in vielen Punkten verschieden, haben aber die gemeinschaftliche Eigenschaft, auf Papier einen bleibenden durchsichtigen Fleck zu machen und an Wasser nicht zu adhäriren. Ihre Farbe ist wasserhell, gelb oder braun. Man kann außer dem Wachs noch zwei fette Stoffe unterscheiden, das flüssige Elain und das festere Stearin. Alle drei lösen sich in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen auf, aber nicht in Wasser. Sie kommen häufig und oft in den Kotyledonen mancher Pflanzen, z. B. der Synantheren statt des Stärkmehls vor. Man gewinnt sie durch Pressen als Oel zu technischen und ökonomischen Zwecken.

Eine Anzahl Stoffe bildet sich aus allen vier vorhin benannten einfachen Stoffen. Sie haben die Namen Eiweißstoff, Kleber, Gliadin, Zymom, Leim, Diastase, Gluten vegetabile u. s. w. erhalten, sind aber alle noch nicht genau gekannt und können unter der Benennung Pflanzenschleim begriffen werden. Man findet ihn in den Zellen als eine fließend körnige, oft ganz flüssige, oft festere, blaßgelbliche Substanz, die durch Alkohol körnig und mit Jod braun wird. Wo viel Stärkmehl vorhanden ist, pflegt er in geringer Menge da zu seyn, weßhalb denn solche Pflanzentheile allein schwer gähren. Die vorhin angeführten 8 Substanzen gehen leicht in einander über, besonders wenn sie mit Schleim zusammenkommen. Der Schleim wird dabei selbst

nicht verändert, und man nennt diese Eigenschaft desselben, die er auch noch mit einigen anderen Stoffen theilt, katalytische oder Contactwirkung. Da nun diese Berührung in der Pflanze so vielfältig statt findet, so läßt sich leicht ermessen, wie vielfältige Veränderungen stets statt finden müssen, und wie schwer eine genaue Ergründung dieser Substanzen wird.

Außerdem gibt es noch mehrere häufiger vorkommende Stoffe, welche unter dem Einflusse der Vegetation entstanden sind. Die verbreitetsten und wichtigsten sind: 1) das Chlorophyll oder Blattgrün; 2) die andern Farbstoffe der Pflanzen; 3) der Gärbstoff; 4) die Apfel-, Citronen- und Weinsteinsäure; 5) das Viscin und 6) der Humus.

Chlorophyll (Chromula, Phytochlor, grünes Pflanzenwachs) ist in den grünen Theilen der Pflanzen vorhanden. Zerquetscht man diese und zieht sie mit Alkohol aus, so erhält man eine grüne Tinktur, welche abgedunstet eine grüne fettige Masse hinterläßt. Bei auffallendem Lichte erscheint diese Tinktur grün, bei durchfallendem dunkelroth. Löst man die fettige Masse in Aether auf, mischt Wasser dazu und dunstet ab, so erhält man weniger schmierige Kügelchen von denselben optischen Eigenschaften. Mengt man aber eine weingeistige Tinktur mit Wasser und dunstet den Weingeist über Feuer ab, so fällt ein Theil der fettigen Substanz nieder, das Wasser aber wird braungelb und riecht nach braunem Thee. Mit Schwefelsäure verkohlt sich das Blattgrün, oder bleibt ganz unverändert. In ätherischen und fetten Oelen ist es unlöslich. Es findet sich bei allen am Lichte wachsenden Pflanzen (Flechten, Pilzen, ein Theil der Algen und die ächten Parasiten ausgenommen), und ist zuweilen auch gelblich oder braun.

Die Pflanzenfarben kann man in wässrige und harzartige eintheilen. Die letzteren findet man als Kügelchen in den Zellen, gelb (bei Fritillaria imperialis), roth, selten blau (Strelitzia farinosa). Sie sind in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen löslich, und aus Alkohol ausgeschieden nicht fettig, sondern harzig. Die wässrigen finden sich nur roth (durch eine Säure) und blau (durch ein Alkali) im Zellensafte gelöst (z. B. in den meisten rothen Pflanzentheilen, in den Blumen von Echium vulgare). Einige andere wie der rothe in Iberis umbellata, der blaue in den Veilchen scheinen chemisch verschieden, und werden durch Alkalien grün.

Der Gärbestoff (Gärbesäure, Tannin) ist in den meisten Pflanzen zu finden, röthet Lakmus, schmeckt herb und zusammenziehend und verwandelt thierischen Leim in Leder. Scheint in den Zellen (besonders in der Rinde, auch in perennirenden Blättern), aber auch in ihren Wänden vorzukommen.

Weinsteinsäure, Citronensäure und Apfelsäure sind theils eine nach der andern, theils eine allein fast in allen saftigen, säuerlichen Früchten, und auch in derlei Pflanzensäften überhaupt (z. B. apfelsaurer Kalk im Hauswurz, Sempervivum tectorum). Sie scheinen aus Zucker zu entstehen und in denselben auch überzugehen, wie dieß beim Reifen der Früchte geschieht.

Das Viscin oder der Vogelleim ist eine ganz eigenthümliche, wasserhelle, sehr klebrige, in Wasser unlösliche Substanz, welche in den Beeren der Mistel (Viscum album) im Milchsaft grüner Zweige der elastischen Feige (Ficus elastica) und zwischen den Blumenstaub und den Antherendrüsen einiger Pflanzen vorkömmt. Er entsteht immer, wo Zellen verschwinden.

Der Humus (Humussäure, Ulmin, Ulminsäure, Humuskohle, Humusextrakt, Quellsäure, Quellsatzsäure ꝛc.). Wenn sich Pflanzentheile in Wärme und Feuchtigkeit zersetzen, so entstehen mehrerlei Produkte, die alle sehr viel Kohlenstoff enthalten und von brauner oder schwarzer Farbe sind. Sie helfen die Dammerde bilden.

Es gibt noch eine Menge Stoffe, welche die neuere Chemie aus den Pflanzen ausgeschieden hat, die aber von keiner Wichtigkeit für die Pflanze und ihr Leben zu seyn scheinen und größtentheils wohl nur Sekretionsstoffe sind. Hierher gehören mehrere Pflanzensäuren, Equisetsäure, Fumarsäure, Baldriansäure, vielerlei Harze (in den Harzgängen der Rinde), ätherische Oele [in den Zellen der Blätter, Blüthen und Fruchttheile bei den Aurantiaceen (Citronen-, Bergamottöl), bei den Coniferen (Terpentin-, Wachholderöl), bei den Myrtaceen (Cajeput-, Pimentöl) bei den Umbelliferen (Anis-, Kümmel-, Fenchelöl), bei den Labiaten (Rosmarin-, Lavendelöl), den Compositen (Kamillenöl) u. s. w.], Farbstoffe in den Hölzern (z. B. Fernambukroth u. m. a.) Kautschuk oder Gummi elasticum, die sogenannten Alkaloide (Verbindungen aus viel C, H, O und N, die sich in mehreren Rücksichten wie die Alkalien verhalten), wovon jede ausgezeichnete Pflanzenfamilie ein eigenes zu besitzen scheint, wie die Melanthaceen das Veratrin, Sabadallin, die Solanaceen das Solanin und Atropin, die Rubiaceen das Chinin, Cinchonin, die Loganiaceen das Strychnin und Brucin, die Umbelliferen das Coniin, die Papaveraceen das Morphin, Narkotin, Thebain, die Ranunculaceen das Delphinin, die Menispermaceen das Menispermin und eine Menge anderer noch nicht genau gekannter, wie Hyoscyamin, Daturin, Nicotin, Colchicin, ꝛc., endlich die sogenannten Extractivstoffe (meist aus C, H und O, zuweilen auch N bestehend, und weder alkalisch noch sauer) wohin das Coffein, Salicin, Piperin, Quassin, Senegin u. s. w., deren Namen ihren Ursprung verrathen. Mehrere davon sind für den Arzt, den Gewerbsmann und Fabrikanten wichtig, intressiren aber den Botaniker weniger, weil sie nur eine sehr unwichtige Rolle im Pflanzenleben spielen und zuweilen (wie das Conin im Schierling der asiatischen Steppen) ganz fehlen können, ohne daß dieß der Pflanze zum geringsten Nachtheile gereiche. Dieser kurze, nach Schleiden abgefaßte Abriß möge genügen. Wer sich genauer unterrichten will, den müssen wir auf chemische Handbücher verweisen, wo er finden wird, was hier nicht am Orte wäre.

Wir gehen nun zu den Formbestandtheilen insbesondere über.

Einfache oder Elementarbestandtheile.

§. 2. Die einfachen Bestandtheile, die das letzte Ergebniß unserer Untersuchungen sind, können nicht streng und absolut ge-

nommen als solche angesehen werden, indem wir uns einen fernerhin untheilbaren Körper nicht vorzustellen vermögen. Wir müssen aber bei jenem Punkte Halt machen, über den hinaus unsere Sinne mit all den kräftigen Hilfsmitteln der Wissenschaft bewaffnet, uns nichts mehr Klares und Gewisses zeigen, und wo das Feld der Hypothesen beginnt. Die außerordentliche Vervollkommnung der Beobachtungsmethoden und der Instrumente, besonders des Mikroskops, haben übrigens diese Gränzen ziemlich weit gezogen. Wenn man mittelst derselben irgend einen Theil einer Pflanze untersucht, so findet man als letztes Resultat der Untersuchung ihn aus einer Menge kleiner Höhlungen von verschiedener Gestalt und Größe zusammengesetzt. Die einen sind von einer eigenen Wandung umschlossen, wie z. B. ein Sack, die andern sind nur Zwischenräume zwischen den erstern, wie etwa die leeren Räume, die nebeneinander gestellte Säcke überall da lassen würden, wo sich ihre Wände nicht vollkommen berühren.

Die Gestalt dieser Säcke oder mit eigenen Wandungen versehenen Höhlungen kann man auf drei Hauptformen zurückführen. Entweder sind sie nach allen Richtungen gleich ausgedehnt, oder es herrscht wenigstens bei einer Ausdehnung keine besondere Richtung vor, sie sind also mehr oder weniger kugelförmig und man nennt sie dann Zellen oder Schläuche (utricules) Fig. 1. Sie verlängern sich entweder in einer Richtung dergestalt, daß ihr Längsdurchmesser ihren queren um mehrere Male übertrifft, sind dann gewöhnlich an ihren beiden Enden verschmälert (zugespitzt) und haben, wenn sie kurz sind, die Form einer Spindel, weßhalb Dutrochet sie Spindeln, clostres, nannte, Fig. 2. Oder sie sind länger und formen Röhren, die an beiden Enden zugespitzt und geschlossen sind. Sie bilden zum größten Theile das Holz, und sind unter dem Namen Holzfasern bekannt, weßhalb wir sie auch nur Fasern nennen wollen, Fig. 3. Oder endlich verlängern sich diese Schläuche zu so langen Röhren, daß ihre beiden sehr weit von einander entfernten Enden nicht mehr zugleich unter dem Mikroskope sichtbar sind, und dann nennt man sie Gefäße, Fig. 4.

Zwischen diesen drei Modifikationen den Zellen, den Fasern und den Gefäßen gibt es keine scharf gezogenen Gränzen. Die Fasern können sich so weit verkürzen, um den Namen von Zellen oder Schläuchen zu verdienen, und sich so sehr verlängern, um zu Gefäßen zu werden, was übrigens eben nicht viel zu bedeuten hat, da es doch immer nur dieselben Organe in verschiedener Gestaltung sind. Wir wollen nun jede dieser Formen und die weitern Abänderungen derselben näher betrachten.

Schläuche oder Zellen.

§. 3. Wenn sich die Zellen frei entwickeln, ohne sich an einander zu pressen oder sonst ein Hinderniß zu finden, so ist ihre Oberfläche krummlinig und ihre Gestalt daher kuglig Fig. 5. oder ellipsoidisch (länglich eiförmig) Fig. 6. Wenn sie im Gegentheil bei ihrer Entwickelung einander wechselseitig drücken, so platten sich ihre Berührungsflächen ab und sie erhalten eine vielflächige Gestalt Fig. 7.

In diesem Falle erinnern sie an die Zellen eines Bienenstockes und haben dann eigentlich den Namen Zellen erhalten, den man übrigens im Allgemeinen auf sie anwendet. Das durch sie entstandene Gewebe führt den Namen Zellengewebe oder Parenchym. Einige wollen den letztern Namen nur dem festern Gewebe beilegen, dessen Zellen polyedrisch oder vielflächig sind Fig. 7, und nennen das losere Gewebe aus kugligen oder ellipsoidischen Zellen Merenchym, Fig. 8.

Die gewöhnlichsten Formen der vielflächigen Zellen sind: 1) der Würfel Fig. 9; 2) die vierseitige Säule Fig. 10; 3) die Tafel, eine sehr niedrige Säule; 4) das Rautenzwölfeck oder Rhombendodekaëder Fig. 12 und 13. Ohne eine Zelle einzeln zu sehen, kann man ihre Form so ziemlich sicher nach dem horizontalen und vertikalen Durchschnitt durch das Zellengewebe erkennen, wo die häufigste Form, das Rhombendodekaëder mehr oder minder regelmäßige Sechsecke, die Tafel im horizontalen Schnitt eine quadratähnliche, im vertikalen eine parallelogrammische Figur zeigt u. s. w. Man muß übrigens nicht glauben, daß diese Gestalten mathematische Genauigkeit besitzen — im Gegentheil findet man an ihnen bedeutende Unregelmäßigkeiten. Die Ecken stumpfen sich ab, die Seiten werden ungleich an Länge und Zahl, die Linien krümmen sich hie und da, und es entstehen Gestalten, die sich zwar im Allgemeinen auf die Hauptform des Rhombendodekaëders, des Würfels u. s. w. beziehen lassen, und deren Durchschnitte beiläufig sechseckige oder quadratische Figuren zeigen, die aber mannichfaltig davon abweichen und manchmal eine Fläche mehr oder weniger, größer oder kleiner haben, und im Durchschnitt Fünfecke, Siebenecke, Achtecke, oder unregelmäßige Vierecke aller Art zeigen. Ein häufiger Fehler vieler Zeichnungen ist eine zu große, in der Natur nicht vorhandene Regelmäßigkeit derselben.

Die Zellen können, außer andern Abweichungen von der Regelmäßigkeit, auch gekrümmte und ebene Flächen zugleich besitzen. Dieß gibt noch symmetrische Gestalten, z. B. die eines Cylinders Fig. 16, a, oder die eines Fasses b.

Auch können sie verästelt oder sternförmig seyn, d. h. von mehreren Punkten ihrer Oberfläche aus Fortsätze ausschicken, mit denen sie sich gewöhnlich berühren Fig. 17. Es findet dabei doch immer noch eine gewisse Regelmäßigkeit statt.

§. 4. Man begreift leicht, daß in festem Zellgewebe, wo sich die Zellen mit ebenen Flächen eng berühren, keine Zwischenräume bleiben können Fig. 7 u. 19.

Im lockern Zellgewebe, wo sie sich mit ihren krummen Flächen nur an einzelnen Punkten oder vielmehr mit kleinen Flächen an einander schließen, müssen natürlich größere oder kleinere Zwischenräume bleiben, Fig. 8 u. 18, die man Zwischenzellengänge (meatus intercellulares) Fig. 18. m. nennt. Man findet sie in den meisten Geweben, indem ein gewisser Grad von Unregelmäßigkeit in der Zellenform, der ein genaues Aneinanderschließen verhindert, stets vorhanden ist; sie sind aber desto kleiner, je fester und geschlossener das Gewebe ist, d. h. mit je größern Flächen sich die Zellen berühren. Zwischen den Fortsätzen der sternförmigen oder ästigen

Zellen haben diese Zwischenräume nothwendigerweise eine bedeutende Größe und erhalten dann den Namen Lücken Fig. 17. ll.

Man nennt übrigens so jeden etwas bedeutenderen Zwischenraum zwischen mehreren Zellen, der keine andere Begränzung hat, als die Wände eben dieser Zellen. Die Lücken zeigen so wohl an und für sich, als in ihrer Stellung gegen einander große Unregelmäßigkeiten.

§. 5. Die Zellen können ohne irgend eine bestimmbare Ordnung stehen, was besonders der Fall ist, wenn sie unregelmäßige Form und ungleiche Größe besitzen; wenn sie aber regelmäßig und gleich sind, so läßt sich auch eine gewisse Ordnung in ihrer Gruppirung wahrnehmen, und man sieht sie in horizontaler oder vertikaler Richtung in gerader Linie stehen. Die Zellen zweier benachbarter Reihen können dann gegenständig seyn, oder in gleicher Höhe stehen, Fig. 21, oder sie können abwechselnd seyn, d. h. so stehen, daß die Enden von je zweien immer in die Mitte der nebenstehenden fallen Fig. 22. Diese letztere Stellung findet sich fast nothwendigerweise, wenn sie in der Mitte breiter sind, als an den Enden, wie bei der dodekaëdrischen Form, z. B. Fig. 14 u. 15.

§. 6. Die Wände der Zellen erscheinen nicht immer in gleichem Ansehen. Bald scheinen sie aus einer einfachen und gleichförmigen Haut gebildet, Fig. 5 u. 6, bald ist diese Haut oder Membran mit vielen größern oder kleinern Punkten besäet, Fig. 23, oder man bemerkt kurze quer oder schiefstehende Linien, bald scheint sie in gewissen Abständen mit kleinen Fäden oder Streifen besetzt; diese Fäden beschreiben im Allgemeinen von einem Ende bis zum Andern eine Spirale mit engern oder weitern Windungen Fig. 25, die Streifen befolgen dieselbe Richtung, oder theilen sich in mehrere beinahe wagerechte Ringe Fig. 26, oder sie zeigen endlich auf der Fläche eine Art Netz mit unregelmäßigen größern oder kleinern Maschen Fig. 27. Man hat sich vergewissert, daß dieses verschiedene Ansehen nicht immer verschiedene Zellen charakterisirt, sondern daß ein und dieselbe je nach der Zeit, in der man sie untersucht, diese Verschiedenheiten darbieten kann. Um sich also über diese Verschiedenheiten und ihre Ursachen Rechenschaft geben zu können, muß man die Entwicklung der Zellen genau verfolgen.

Die Beobachtung lehrt uns, daß die Zelle von dem Augenblicke an, wo sie selbstständig auftritt, ein kleiner, von einer einfachen, gleichförmigen, ununterbrochenen Haut oder Membran gebildeter Sack ist, dessen im Anfange weiche und feuchte Substanz nach und nach trocken wird und erhärtet. In diesem Zustande kann sie, bloß Größe und Form ändernd, verbleiben. Oft aber bildet sich in einer spätern Periode auf der ganzen innern Fläche dieses Sackes ein zweiter. Diese neue Haut scheint in der Art ihrer Entwicklung mit der ersten nicht gleich zu sein, denn anstatt sich der ersten entsprechend als ein zusammenhängendes Gewebe (toile) auszubreiten, zerreißt sie an verschiedenen Punkten, aus dem Grunde vielleicht, weil dieser innere, jüngere und weichere Sack dem äußern nicht schnell genug in der Entwicklung folgen kann. An den Stellen, wo die Zerreißung Statt findet, ist der äußere nicht durch den innern verdoppelt und daher führt die ungleiche Dicke an verschiedenen Punkten. Man könnte

glauben, daß die so ausgedehnte innere Haut sich an vielen Punkten (éraille) aufrolle, und so die Punktirung hervorbringe, die man an vielen Zellen sieht; aber größtentheils erfolgt die Zerreißung der innern Membran mit einer merkwürdigen Regelmäßigkeit, indem sie sich von unten nach oben zu einem spiralen Faden oder Band aufrollt. Wenn die Windungen dieser Spirale einen meßbaren Abstand haben, so hat man zwei parallele Windungen, deren eine doppelt ist, wo nämlich die innere Haut die äußere verdoppelt, und die andere einfach. Berühren sich die Windungen aber, so ist ihre Trennung nur durch eine außerordentlich feine, oft fast verschwindende Linie angezeigt. Oft aber entfernen sie sich in gewissen Zwischenräumen ein wenig von einander, indem sie die äußere Membran in einer gewissen Ausdehnung unbedeckt lassen, was dann als ein Punkt oder eine kurze Linie erscheint. Hieraus läßt sich vielleicht die Richtung und regelmäßige Vertheilung erklären, die man so oft bei den Punkten wahrnimmt, mit denen die Zelle besetzt ist. Die Ring- oder netzförmigen Streifen dürften einer ähnlichen Erklärung fähig seyn *), die wir bis zum Abschnitt über die Gefäße verschieben, weil sie uns dann verständlicher seyn wird.

Die Dicke der Wände einer Zelle kann allmälig durch die Bildung eines dritten Sackes, der sich im zweiten ablagert, eines vierten, der im dritten entsteht u. s. f. vermehrt werden. Wenn der dritte sich nicht genau nach dem zweiten formt, sondern bloß die Zwischenräume überzieht, wo dieser die erste Membran unbedeckt gelassen hat, so ist leicht einzusehen, daß er in eben diesen Zwischenräumen sichtbar, in jedem andern Orte aber, wo der Sack schon doppelt ist, versteckt seyn wird. Manche Schriftsteller haben auf diese Art das gewissermaßen zusammengesetzte Aussehen gewisser Zellen erklärt, jener z. B. die ein Netz mit punktirten Maschen zeigen; das Netz würde dann der zweiten Membran, die Punktirung aber der dritten angehören *).

Gewöhnlich jedoch dient die zweite Membran den folgenden, die sich im Innern entwickeln, als Modell; sie schmiegen sich ihr in allen Umrissen an und unterbrechen sich auch an denselben Orten. Davon kann man sich leicht durch einen Quer-, Fig. 28, oder Längsschnitt Fig. 29. von solchen, aus mehreren über einander gelegten Schichten zusam-

---

*) Wie überhaupt die Grundlage sämmtlicher verschiedenen Bildungen, der Ringe, Netze, Treppen zweifelsohne eine einfache, unveraästelte, eng gewundene Spiralfaser ist.

**) Diese verschiedenen Bildungen in einer Zelle oder Gefäß sind an mehreren Pflanzen zu finden, und haben keinen andern Ursprung, als den hier gewissermaßen mit Zweifel angedeuteten. Die Ablagerung richtet sich dann nach dem Zustande der Zelle. Hat sich z. B. während der ersten Ablagerung die Zelle sehr ausgedehnt und sich dadurch eine Faserzelle mit weiten Windungen gebildet, so entsteht durch die zweite Ablagerung in der nunmehr sich sehr wenig oder gar nicht ausdehnenden Zelle eine poröse Schicht, und die gemischte Zelle ist fertig. Sehr schön sieht man dieß bei den Eiben (Taxus baccata) und Linden, wo zwischen Ringen und Spiralfasern sehr deutliche Tüpfel vorkommen (Fig. 27 b.) S. auch §. 11 und Anm. dazu.

mengesetzten Zellen überzeugen. Man sieht dann ganz deutlich mehrere konzentrische Kreise um eine mittlere Höhlung herumliegen, die um so kleiner ist, je größer die Anzahl der abgelagerten Schichten; von dieser Höhlung aus gehen quer kleine Kanäle, die erst an der äußersten Membran enden, und die den Zerreißungen der sekundären Membranen entsprechen. Formte sich nicht eine genau nach der andern, so könnten ihre Löcher oder Risse nicht so aufeinander fallen, um zusammenhängende Kanäle zu bilden.

F a s e r n.

§. 7. Die Einzelnheiten, auf die wir bei Gelegenheit der Zellen eingegangen sind, entheben uns der Mühe, sie bei Besprechung der Fasern zu wiederholen, da diese nur der Gestalt nach von jenen sich unterscheiden, und das Aussehen ihrer Oberfläche dasselbe seyn muß, indem ihre Entwicklung eine gleiche ist.

Wir haben schon gesehen, daß die Länge der Fasern sehr verschieden ist; gering bei den einen, die sich den Zellen nähern, und von vielen Autoren auch als verlängerte Zellen angesprochen worden sind — sehr groß bei den andern, die sich den Gefäßen nähern und häufig als fasrige Gefäße (vaisseaux fibreux) zu diesen gestellt wurden.

Das Gewebe, das durch Vereinigung der Fasern gebildet wird, hat den Namen Prosenchym (Fasergewebe, gestrecktes Zellgewebe) erhalten. Diejenigen, die so ziemlich in gleicher Höhe stehen, berühren sich an ihren Seiten, lassen aber nothwendigerweise zwischen ihren verdünnten, verschmälerten Enden freie Zwischenräume, in die sich die gleichgestalteten Enden der ober- und unterhalb liegenden Fasern einschalten. Fig. 30. Im Parenchym im Gegentheile legen sich die obern und untern Zellen mit den Flächen übereinander, die sie begränzen, Fig. 19 und 21 (cellulae parenchymatis sibi extremitatibus impositae sunt, prosenchymatis appositae). Ihre Wandung ist im Allgemeinen dick und ziemlich fest; sie besteht aus einer einzigen, ununterbrochenen Membran, die ohne Zutritt einer zweiten eine gewisse Dicke zu erreichen im Stande ist. Gewöhnlich aber bilden sich successiv von außen nach innen mehrere Schichten, so daß die Faser, deren hohle Achse sich immer mehr verengt und endlich fast verschwindet, ganz gefüllt und solid erscheinen kann. (Solche dickwandige oder ganz solide Fasern oder gestreckte Zellen bilden dann die eigentlich so genannte Holzfaser.)

Daher zeigt ein Schnitt durch das Prosenchym eine im Allgemeinen kompakte Masse, in der der angefüllte Raum über den leeren bei Weitem das Uibergewicht hat. Die Höhlung einer Faser ist aufs höchste nichts anders als ein langer und enger Kanal, während ihre äußern Flächen in so enger Berührung stehen, daß die Zwischenzellengänge beinahe so gut wie gar nicht vorhanden sind. Eine andere Folge dieses engen Aneinanderstehens ist das Flachwerden der sich berührenden Seiten, solchergestalt, daß der äußere Umfang der Fasern prismatisch wird, während die Höhlung, wo sie vorhanden ist, cylin-

drisch bleibt. Man sieht dieß deutlich an einem Querschnitt von hinlänglich entwickeltem Prosenchym.

Wir haben schon erwähnt, daß die Entwicklung der Fasern dieselbe ist, wie die der Zellen. Der Wachsthum des primitiven Schlauches oder der äußern Membran desselben bestimmt ihre Dimensionen in die Länge und Breite; die später erfolgende Bildung der innern Schichten bestimmt die Dicke ihrer Wandungen und das Ansehen ihrer äußern Oberfläche, die somit denselben Abänderungen unterliegen können, wie die der Zellen. Nichts destoweniger kömmt es häufig vor, daß die innere Schicht die äußere vollkommen auskleidet, ohne irgend eine Unterbrechung des Zusammenhanges, so daß die Faser eben so glatt bleibt, als sie es anfänglich war. Eben so kann sich die zweite Schicht unter der Gestalt von einem spiralen Faden oder auch von Riemchen oder Streifchen zeigen, die mit einander nach Art eines Netzes vereinigt sind; doch findet man diesen Fall selten. Die geritzten oder gespaltenen *) (fendillés) und besonders die punktirten Fasern, Fig. 32, sind hingegen sehr häufig. Die Punkte entsprechen, wie in den Zellen, stets den Stellen, wo die äußere Membran von der innern nicht ausgekleidet ist, und wo die kleinen Kanäle ohne Ausgang (Spalten) enden, die das Resultat jener auf einander passenden Trennungen des Zusammenhanges sind. Sie sind besonders bemerkbar bei der Tanne und verwandten Bäumen, die man gewöhnlich unter dem Namen von Nadelbäumen begreift, und die die Familien der Zapfentragenden oder Coniferen ausmachen, welche wir später kennen lernen werden. Die Punkte sind bei diesen so groß, daß man sie leicht anfänglich für wirkliche Löcher halten könnte (wie es auch geschah und allenfalls noch geschieht); sie stehen in zwei geradlinigen Reihen auf den beiden entgegengesetzten Seiten der Faser, und sind oft jede mit einem schmälern oder breitern Hofe umgeben. Fig. 33. Man kann sich diese Stellung der Punkte leicht erklären. Untersucht man nämlich mit einem guten Mikroskop einen sehr zarten Schnitt, der durch die Faser nach einer Ebene geführt ist, die durch die Punktreihen selbst hindurchgeht, so sieht man an der Stelle, wo ein Punkt steht, die Wand der Faser sich nach innen einbiegen und eine kleine Grube bilden, deren Umfang kreisförmig oder elliptisch ist. Diese Grube (die nun eine andere Beleuchtung erhält, als die übrige Fläche, von der sie einen Theil ausmacht) erscheint als der Hof und in ihrer Mitte endet, jedoch ohne wirkliche Oeffnung, also blind, einer jener Kanäle, die man auch in den punktirten Zellen-Fasern findet, und bildet einen Punkt. Da nun gewöhnlich die Gruben zweier Fasern auf einander fallen, so erhält man zwischen den korrespondirenden Gruben einen kleinen leeren Raum von der Form einer Linse, gerade wie man ihn bekömmt, wenn man zwei Uhrgläser mit ihren Rändern auf einander legt **).

---

*) Der Verfasser scheint mit diesem etwas umpassenden Beiwort die Netzfasern (cell. retiferae) bezeichnen zu wollen.

**) Mohl und nach ihm Schleiden weisen eine andere Entstehungsart dieser Zellen oder Fasern nach. Wenn sich die Zelle vom Beginn der

Gefäße.

§. 8. Bisher haben wir Fasern und Gefäße oder Röhren nur durch ihre größere Ausdehnung in die Länge unterscheiden gelernt. Diese Ausdehnung in die Längenrichtung ist oft bedeutend und manchmal der der ganzen Pflanze gleich. Man überzeugt sich von ihr, indem man durch Stücke von einer gewissen Größe sehr feine Drähte (fils) *) oder Haare durchführt, die bei durch die klaffende Oeffnung bei einem Ende eingesteckt, bei dem andern zum Vorschein kommen und so den Zusammenhang des Kanales beweisen. Ist dieser sehr weit und gerade, wie z. B. in einem Weinzweig, so kann man das Licht durchscheinen sehen, wenn man die eine Oeffnung ans Auge bringt.

Legt man ein solches langes Gefäß bloß und betrachtet man es unter einer hinlänglichen Vergrößerung, so beobachtet man stets zwei Eigenschaften. Erstens: Ist seine Oberfläche niemals glatt oder eben, wie sie es so häufig bei den Zellen und Fasern ist, sondern sie bietet stets eine Menge Ungleichheiten dar, wie wir sie bei den letztern in einem gewissen Alter als Punkte, Streifen, Ringe u. s. w. erscheinen sahen; zweitens: Der Cylinder, den das Gefäß bildet, ist nicht seiner ganzen Länge nach regelmäßig, sondern bietet in gewissen Zwischenräumen eine Art von Verengerungen oder Einschnürungen dar. Diese Einschnürungen finden sich zuweilen in regelmäßigen und kleinen Zwischenräumen, ein andermal zeigen sie sich in großen und ganz unregelmäßigen Entfernungen. Betrachtet man den zwischen zwei auf einander folgenden Einschnürungen gelegenen Theil eines Gefäßes, so wird man von der Aehnlichkeit mit einer Zelle oder mit einer Faser überrascht; diese Aehnlichkeit wird noch augenfälliger,

---

Spiralfaserbildung gar nicht oder sehr wenig ausdehnt, so bilden sich an der Außenwand der Zelle zwischen ihr und der anstoßenden kleinere oder größere Luftbläschen, und dem Mittelpunkt dieser Bläschen gegenüber weichen die Windungen der in der Bildung begriffenen Spiralfaser spaltförmig auseinander. Hört nun alle weitere Ausdehnung der Zelle ganz auf, so wachsen die Windungen, wo sie sich berühren, bald und schnell zusammen, so daß oft keine Spur von Spiralfasern mehr zu sehen ist; erfolgt aber noch eine Ausdehnung, so erkennt man noch die einzelnen Fasern, wie z. B. im Holze von Ptelea trifoliata und Melia Azedarach. Wenn keine Ausdehnung weiter stattfindet, so runden sich die länglichen Spalten durch Ausfüllung ihrer spitzen Winkel gewöhnlich ab. Dieß sind dann die porösen Zellen der Coniferen und Cycadeen; auch gehören hiezu mehrere sogenannte netzförmige Gefäße, z. B. die der Balsaminen. Es gibt hier mancherlei Abänderungen je nach der Größe des Luftbläschens, seinem Verhältniß zur Spalte und der Dicke der Verdickungsschicht. Von der Fläche aus sieht man 2 Ringe an diesen Poren; der äußere ist die Gränze der Luftblase, der innere die der abgerundeten Spalte, des Porus. Es finden sich auch wohl 3 Ringe, wenn der Porus konisch ist. Sein äußeres Ende ist dann durch den innersten, sein inneres durch den mittlern, und die Gränze des Luftbläschens wie früher durch den äußersten Ring bezeichnet; dieser verschwindet aber immer, wenn man die Zellen von einander trennt.

*) Der Versuch wäre wohl etwas zu derb angestellt; auch der feinste Draht bahnt sich einen Weg quer durch Zellen- und Gefäßwände, und sein Durchführen würde wenig für die Continuität der Gefäße beweisen.

wenn man mit Wasser stark verdünnte heiße Salpetersäure anwendet, wo sich dann häufig diese Theile von einander ablösen. Sieht man sie so einzeln, so unterscheidet man sie von Zellen oder eigentlich von Fasern nur dadurch, daß sie an ihren Enden größere oder kleinere Oeffnungen haben, durch die sie mit den nächstliegenden Theilen des Gefäßes in Verbindung standen.

Aus diesen Ergebnissen ist man berechtigt zu schließen, daß ein Gefäß nichts anderes ist, als eine Reihe von Zellen oder Fasern, die mit ihren Enden an einander gereiht sind, und durch die daselbst angebrachten Oeffnungen mit einander in ununterbrochenem Zusammenhange stehen. Sind es an einander gereihte Zellen, so werden die Einschnürungen sehr nahe beisammen seyn und die sie bezeichnenden Linien horizontal oder sehr wenig schief stehen, da sich die Zellen gewöhnlich mit ziemlich horizontalen Flächen an einander legen, Fig. 52. Sind es an einander gereihte Fasern (Prosenchym- oder gestreckte Zellen), so sind die Einschnürungen weiter von einander entfernt, und die sie bezeichnenden Linien sehr schief gestellt, weil diese sich mit den Seiten des spitzen Kegels, in den sie endigen, an einander legen, Fig. 35.

Gibt man das Vorhergehende zu, so folgt daraus, daß die Gefäße schon zusammengesetztere Organe sind, als die Zellen und Fasern, weil sie aus einer Vereinigung dieser bestehen. Es kann uns nichts Unerwartetes seyn, auf ihrer Oberfläche dieselben Punkte, Streifen (raies) und Striemen (bandes) zu finden, die entweder eine zusammenhängende Spirale, oder Ringe, oder ein Netz bilden, und die wir alle schon bei den Zellen und Fasern erwähnten; daraus aber, daß wir ihnen hier stets begegnen, während wir bei den Zellen sahen, daß sie im ursprünglichen Zustande nicht existirten und erst als Resultat späterer innerer Schichtenbildung auftraten, müssen wir schließen, daß die Gefäße, so wie wir sie beschrieben haben, schon ein gewisses Alter besitzen und nicht gleichsam aus einem Gusse so entstanden sind, sondern vorher gewisse Veränderungen durchgemacht haben. —

Wirklich findet man auch in einer Pflanze bei ihrem ersten Entstehen nirgends eine Spur von Gefäßen, sondern nur von einer glatten (lisse) und gleichartigen Membran gebildete Zellen. Erst später bemerkt man, wie sich gewisse Zellen zu Fasern verlängern, und noch später, wie die Wände ihre Gleichförmigkeit (homogenéité) verlieren und die Gefäße sich zu zeigen anfangen. Sie werden dieselben Umstaltungsperioden durchlaufen haben, wie die Zellen und Fasern; ein häutiger Schlauch oder Sack, anfangs einfach und ganz, verdickt sich durch Einschachtelung anderer Säcke, die verschiedenartig durchlöchert sind; zugleich vereinigt er sich innig mit ähnlichen Säcken, die ober und unter ihm stehen; der Theil der Wand aber, der sich mit der nächsten vereinigt oder anlegt, verdünnt sich und verschwindet theilweise ganz, statt sich zu verdicken. Die Scheidewände also, die man auf diesen Verbindungsflächen erwarten sollte, sind, wo sie nicht gänzlich fehlen, entweder durch eine längs ihres Umfanges laufende

Falte, oder durch eine Art Netz oder Sieb ersetzt *). Man hat also einen zusammenhängenden Kanal oder Röhre, der durch eine ganze Membran gebildet ist, die an vielen verschieden angeordneten Punkten einfach, an andern ber innen doppelt, dreifach oder mehrfach ist. Somit sind Gefäße nichts anderes, als eine Reihe über einander gestellter Zellen, deren Zwischenwände da, wo sie sich an einander legen, gänzlich oder zum allergrößten Theile verschwunden sind. Man hat verschiedene Arten von Gefäßen unterschieden, nach der allgemeinen Form der Röhre selbst und nach den verschiedenen Modifikationen der Oberfläche. Wir werden sie nach einander kurz aufführen. Wir haben es natürlicher Weise größtentheils nur mit einer Wiederholung schon bekannter Erscheinungen zu thun, da die Gefäße aus Zellen zusammengesetzt sind. Indessen wird es zu den schon bekannten Details noch Manches hinzuzufügen geben; denn in den Gefäßen, die eine weit bedeutendere Größe haben, zeigen sich alle diese Modifikatione weit deutlicher, und sind deßhalb auch weit besser studirt worden.

Wir haben so eben gesagt, daß die Oberfläche der Gefäße immer ungleichförmig, d. i. mit Punkten oder Linien bezeichnet ist, die sich eben so vertheilen, wie jene auf den Zellen, d. h. im Ganzen die Richtung einer Spirale befolgend. Daher findet man sie in den meisten neuen Werken auch unter der allgemeinen Benennung Spiral- oder Schraubengefäße (vasa spiralia, tubuli spirales) beschrieben, zum Unterschied von den Gefäßen mit glatten, gleichartigen Wandungen, welches entweder die sogenannten fibrösen oder fasrigen Gefäße sind, von denen wir schon bei den Fasern gesprochen haben, oder die eigenen (propres) oder saftführenden, Lebenssaft-Gefäße, von denen später die Rede seyn wird.

Man hat von den Spiralgefäßen abermals zwei Arten unterschieden, nämlich die wahren oder ächten, oder sogenannten Tracheen, und die unächten, falschen, welche die Ring-, netzförmigen, gestreiften und punktirten Gefäße unter sich begreifen.

§. 9. Tracheen oder ächte wahre Spiralgefäße. Die ächten Spiralgefäße sind ein hohler, membranöser Cylinder, an dessen innerer Wand ein spiraler Faden verläuft. Dieser Cylinder erreicht eine bedeutende Länge, ohne irgendwo eine Veränderung des Umrisses der Oberfläche zu zeigen, und spitzt sich endlich an seinen beiden Enden konisch zu, um sich beiderseits oft an andere Spiralgefäße anzulegen, die nach oben und unten die Fortsetzung des ersten bilden. Es sind also in Wirklichkeit nur sehr lange aneinander gereihte Fasern, die das Spiralgefäß bilden. Fig. 35.

Der spirale Faden geht ohne Unterbrechung von einem Ende der Fasern zum andern. Man vergleicht ihn gewöhnlich mit der so-

---

*) Diese Art Durchbrechung der Scheidewände findet nur statt, wenn sie schief stehen, d. h. wenn das Gefäß aus Prosenchym-Zellen entstand. Auch dann ist aber der Ausdruck Netz nicht ganz gut gewählt, indem man sich bei dem Worte Netz immer große Löcher und dünne Fäden vorstellt. In den Palmen sieht die Durchbrechung der Scheidewände leiterförmig aus.

genannten messingenen Elastique in den Hosenträgern und Handschuhen, und dieß gibt auch wirklich ein getreues Bild. Seine Farbe ist gewöhnlich ein etwas perlmutterartiges Weiß (wenn nämlich Luft in den Gefäßen sich befindet, nicht aber wenn sie mit Wasser gefüllt sind, wo ihre wahre gelbliche Farbe zum Vorschein kömmt). Die Form des Fadens selbst betreffend, so ist diese von den verschiedenen Schriftstellern sehr verschieden angenommen und beschrieben worden. Die Einen behaupten, daß der Faden selbst eine hohle Röhre sey, die Andern geben ihm die Form einer Dachrinne ohngefähr, deren ausgehöhlte Seite nach innen gekehrt ist, oder noch andere verschiedenartige Formen. Die genauesten Beobachtungen mit den vollkommensten Instrumenten, die wir gegenwärtig besitzen, zeigen den Faden stets einfach und solid, aber in seiner Form ändernd je nach den Partien und Stellen des Gefäßes, aus denen er genommen ist. Manchmal ist er platt wie ein Band, meist aber dick, so daß sein Durchschnitt eine kreisförmige, elliptische oder vierseitige Figur zeigt *). Wenn man an einem zerrissenen Spiralgefäße sachte zieht, so rollt sich der Spiralfaden eben so ab, wie ein Stück Hosenträger-Elastique, das man mit Gewalt auseinander zerrt Fig. 36. Zerbricht man behutsam einen jungen Zweig von einer Rose, einem Hollunder (Sambucus nigra) z. B., so bleibt zuweilen das untere Stück (wenn es nicht zu groß und schwer ist) an dem obern mittelst eines Fadens hängen, der so fein ist, daß man ihn mit bloßem Auge kaum sieht; dieser Faden ist nichts anderes, als eine abgerollte Spiralfaser, und diese Eigenschaft hat Veranlassung gegeben, diese Gefäße mit dem Namen a b r o l l b a r e S p i r a l g e f ä ß e zu bezeichnen, im Gegensatz zu jenen Spiralgefäßen, die sich n i c h t a b r o l l e n lassen. Uibrigens findet dieß nicht ohne Unterschied in allen Altern statt; ist das Spiralgefäß jung und also sein ganzes Gewebe noch sehr weich, so hat der Faden noch nicht die Elastizität, die er erst später erlangt, und zerreißt sammt dem eigentlichen Gefäß, ohne sich abzurollen; ist es sehr alt, so kann es diese Eigenschaft wieder verlieren, wahrscheinlich indem der Faden sich mit der Gefäßwand innig verbindet **).

Die Entfernung der einzelnen Windungen des Fadens wechselt;

---

*) Das Verhältniß der Häufigkeit dieser beiden Formen ist gerade umgekehrt. Fast immer ist die Spiralfaser platt, wie ein Riemen, sehr selten dagegen auf ihrer freien nach innen gewendeten Seite etwas rundlich, (durch Abrundung der Kanten), niemals wohl aber so, daß der Durchschnitt einen Kreis bildet. Bei ältern Spiralfasern unterscheidet man einen Kern oder Mittelstrang, welcher an der Wand des Gefäßes anliegt und eine ihn auf seinen freien Seiten umgebende Rinde. Durch Kochen in Aetzkalilauge soll nach E n d l i c h e r und U n g e r der Mittelstrang zu Stärke, die Rinde zu einer Substanz werden, die durch Jod sich orangegelb färbt. Sie scheinen anzunehmen, daß dieser Bau allen Spiralfasern überhaupt, und nicht den alten allein, wie S c h l e i d e n meint, zukomme. Den Mittelstrang sehen sie als primäre, die Rind als sekundäre Ablagerung an.

**) Dieß ist wohl nicht der eigentliche Grund, warum das Abrollen nicht möglich ist. Immer zerreißt beim Abrollen die äußere Wand des Gefäßes mit; ist sie daher weich und die Spiralfaser fest genug, so ist das Abrollen möglich, finden diese Bedingnisse nicht statt, so hört auch das Abrollen auf.

meist berührt jede Windung beiden ober und unter ihr zunächst gelegenen Fig. 36. Man kann daher in dem Zwischenraume, der so gut als Null ist, auch die äußere Wand nicht wahrnehmen; wahrscheinlich zerreißt sie mit dem Faden innig verbunden mit jeder Windung, die sich durch die angewendete Gewalt abrollt. Mitunter lassen die Windungen einen merkbaren Zwischenraum zwischen sich, der sogar oft viel breiter ist, als der Faden selbst, und in diesem Falle kann man die äußere Wand mit einiger Deutlichkeit beobachten. Fig. 37. 40.

Was die Richtung betrifft, nach der der Spiralfaden sich im Gefäße windet, so hat man bemerkt, daß die eine viel häufiger vorkömmt als die andere, und zwar die von rechts nach links, wenn man sich das Gefäß gerade vor sich in seiner natürlichen Lage denkt, nämlich das vom Boden am weitesten entfernte Ende nach oben. Oft denkt man sich den Beobachter in die Mitte des Cylinders gestellt, in welchem sich die Spirale hinaufwindet; es ist klar, daß dann die Windung sich im entgegengesetzten Sinne zeigen muß, d. h. von der Linken zur Rechten. Unter dem Mikroskop befindet sich die gegen den Beobachter gekehrte Seite des Gefäßes in der ersten Stellung, die von ihm gekehrte Seite aber in der zweiten, und diese beiden Richtungen kreuzen sich also. Ist das Gefäß fein genug, um daß sich beide Seiten oder Hälften so ziemlich im Fokus befinden können (ganz kann dieß bei etwas stärkerer Vergrößerung nie der Fall seyn), so wird es scheinen, als liefen in dem Gefäße zwei Fäden in entgegengesetzter Richtung, die so durch ihre Kreuzung ein Netz von kleinen Rauten bilden; Fig. 38. Einige Botaniker sind von dieser Erscheinung getäuscht worden, und wußten nicht was daraus zu machen. Wie aber immer die Richtung der Spirale seyn mag, so sieht man sie von einem Ende des Gefäßes zum andern nie ändern.

Größtentheils ist es ein einziger Faden, der zu einer Spirale aufgewunden ist, aber nicht selten sieht man ihn auch doppelt; Fig. 38. Manchmal findet er sich auch in größerer Zahl Fig. 39, und in der Banane (Musa) hat man ihrer mehr als 20 gezählt. Diese Fäden sind dann parallel und einander sehr genähert, so daß sie ein spiraliges Band bilden, das man als solches abwickeln kann. Es ist einleuchtend, daß in diesem Falle die Richtung der Spirale um so schiefer seyn muß, je größer die Zahl der Fäden ist, aus denen das Band zusammengesetzt ist, indem zwischen zwei Windungen desselben Fadens sich immer die ganze Breite des Bandes befindet. Gegentheilig sind bei einem einzigen Faden, dessen Windungen aneinanderschließen, wie in der Hosenträger-Elastique, zwei Windungen nur um die Dicke des Fadens entfernt, und steigen also so sanft an, daß sie beinahe horizontal erscheinen. Ein einfacher Faden bleibt nicht immer so in seinem ganzen Verlauf, sondern er verzweigt sich, indem er sich in zweie theilt, und man sieht dann statt einem zwei feinere Fäden verlaufen *) Fig. 41. Dieß ist ein Uebergang zu den netzförmigen Gefäßen **).

---

*) Eine solche sogenannte verzweigte Spiralfaser ist zweifelsohne nichts anderes, als 2 oder mehr mit einander verwachsene Fasern, die bei schneller Ausdehnung der Zelle oder Gefäßes von einander gezogen werden.

**) Hier mag Einiges über die Ausbildung und die unregelmäßigen Formen

§. 10. Ringgefäße und netzförmige Gefäße. Der Name Tracheen käme, wenn man auf seinen Ursprung zurückgehen will, nach ihrer Bildung weit eher den Gefäßen zu, von denen wir jetzt sprechen wollen, als den vorhergehenden. Aus einer häutigen Röhre bestehend, die im Innern von ziemlich starken übereinanderstehenden Ringen oder Reifen aus einander, können sie mit allem Rechte mit der Luftröhre der Thiere (trachea) verglichen werden; Fig. 41. Im Allgemeinen sind sie viel größer als die eigentlichen Tracheen (Spiralgefäße) und nicht ihren ganzen Verlauf hindurch so gleichförmig gebaut. Die Ringe eines und desselben Gefäßes sind von einander verschieden; gewöhnlich sind sie horizontal, aber sie können auch ohne alle Regel nach der einen oder der andern Seite geneigt seyn; Fig. 42; eben so wenig sind sie stets durch gleiche Zwischenräume getrennt *), und man findet sie sogar auf einen kleinen Theil eines Ringes reduzirt, oder irgend eine andere krumme Linie darstellend. So ist es nichts Seltenes, zwischen den Ringen längere oder kürzere Stücke einer Spirale zu finden, die bald die Ringe mit einander verbindet, Fig. 43, bald ohne Zusammenhang mit ihnen bleibt.

Man hat diese Fragmente von Spiralen natürlich mit denen in den Spiralgefäßen verglichen, und hat den Schluß gezogen, daß diese Gefäße Spiralgefäße in einem höhern Alter oder wenn man will in einer höhern Ausbildung seyen, weil man als einziges Merkmal wahrnahm, daß sie nicht abrollbar sind, und daß der Spiralfaden mehr oder weniger an dem umgebenden Cylinder anhängend, die Fetzen desselben beim Abwickeln mitreißt **). Die Ringe entständen dann aus einer oder mehreren losgerissenen und (an ihren Enden wieder) vereinigten Spiralwindungen; der Zusammenhang des Spiralfadens hätte aufgehört nach Einigen, weil er zwischen den als Ring vereinigten Stücken zerrissen und diese dann von der Verlängerung der Röhre auseinander geschoben worden wären; nach Andern, weil der zwischen zwei Ringen befindliche Theil aufgesogen worden wäre. Diese Hypothese wird dadurch unterstützt, daß oft zwischen den Ringen damit zusammenhängende Spiralen vorhanden sind, daß man häufig mitten unter den ringförmigen Bändern Streifen, Furchen, selbst vollkommene Spalten (?) findet, die mit ihren Rändern parallel laufen, und die Vereinigungslinie zweier oder mehrerer paralleler Fäden anzuzeigen scheinen.

---

der Spiralfaser (nach Schleiden) erwähnt werden. Anfangs ist jede Spiralfaser ein sehr feiner Faden, der schnell in Dicke und Breite zunimmt, so lange Säfte in der Zelle sind. Mit der Abwesenheit dieser hört auch das Wachsen der Spiralfaser auf. Ein oder der andere Theil der Spiralfaser bildet sich zuweilen nicht aus und dann scheint sie plötzlich zugespitzt zu enden. Zuweilen kommen später wieder Säfte in die Zelle, und dann entstehend anastomosirende Fäden und neue Zellen innerhalb der alten, die das ganze Gebilde sehr unkenntlich machen. Es scheint dieß ein krankhafter Prozeß.

*) Die abwechselnd regelmäßig größer und kleiner sind, wie bei Canna occidentalis. Auch ist manchmal zwischen je 2 Ringen die Zelle sehr stark tonnenförmig angeschwollen, so daß die Ringe selbst die benachbarten Zellen gar nicht berühren, wie bei Musa paradisiaca.

**) Das thut er wohl immer.

Andere Botaniker halten dafür, daß die innen statt findende Verdickung der Wände der Ringgefäße nicht damit begonnen haben, eine zusammenhängende Spirale zu bilden, sondern sich so gebildet haben, wie man sie sieht, einige Partien als Ringe, andere als Spiralen, andere in einer gemischten Form. Diese Beobachter konnten zu keiner Zeit zuerst die vollkommene zusammenhängende Spirale und dann ihre später erfolgende Verschiebung und theilweises Verschwinden bemerken. Uibrigens müßte nach der von ihnen angefochtenen Hypothese das zwischen zwei Ringen befindliche Verbindungsstück stets dieselbe Richtung zeigen; seine Breite müßte immer ein gewisser aliquoter Theil von der des Ringes seyn, im Allgemeinen seine Hälfte, weil dieser durch die Vereinigung von mehreren (meistens zwei) Windungen entstände, und die Streifen und Spalten auf dem Ringe müßten die Richtung der Spirale andeuten. Dieß alles ist aber nicht der Fall. Das Zwischenstück windet sich manchmal in entgegengesetzten Richtungen und dieß zwar in demselben Zwischenraume; es ist fast immer so breit als der Ring, und die Streifen dieses sind den Rändern desselben parallel, und nicht schief von unten nach oben gerichtet *).

---

*) Anm. d. Uibers. Die ganze Theorie über die Ableitung und Entstehung der Ringgefäße aus den Spiralgefäßen ist hier vom Verfasser eben nicht sehr klar und folgerichtig entwickelt. Da die Gefäße doch nichts anderes sind, als Zellen, so ist es am besten, auf die Zellen im eigentlichen Sinne zurückzugehen. Hier finden wir nun zwei Annahmen. Nach der einen lagert sich die innen entstehende Verdickungsschicht in einigen Zellen spiralig, in andern ringförmig ab, nach der andern gibt es nur eine spiralige Ablagerung. Bei der erstern bedarf es natürlich keiner weitern Erklärung über die Entstehung der Ringe, indem diese eine ursprüngliche Bildung sind. Mohl ist die Hauptautorität für diese Ansicht, die aber noch nicht hinlänglich begründet ist, so viel sie auch für sich hat. Nach der zweiten aber, für die ebenfalls Vieles spricht, muß der Uibergang der Spiralen in Ringe gezeigt werden. Hier kann man nun mehrere Entstehungsweisen annehmen oder voraussetzen. Nachdem die Spiralfasern in der Zelle entstanden sind, dehnt sich diese oft noch mehr oder minder aus. Ist die ein- oder mehrfache Spiralfaser in ihren Windungen nicht verwachsen, so geschieht natürlich weiter nichts, als daß die Spirale mehr aufgerollt wird, ihre Windungen also weiter von einander entfernt werden und unter einem größern Winkel aufsteigen oder mehr geneigt sind. Sind je zwei Windungen aber schon früher an manchen Stellen mit einander verwachsen, so müssen diejenigen, die unverwachsen geblieben sind, bei größerer Ausdehnung der Zelle, sämmtlich oder zum Theil zerreißen und resorbirt werden. Es entstehen nun Ringe, mit einzelnen dazwischen liegenden ganzen oder theilweisen Spiralwindungen, durch welche sie mit einander verbunden werden, oder diese Verbindungen fehlen hie und da auch ganz, und die Ringe stehen einzeln und abgesondert. Dasselbe könnte wohl auch geschehen, wenn eine einfache, nirgends verwachsene Spiralfaser nicht mehr Elastizität und Dehnbarkeit genug besitzt, der Ausdehnung der Zelle zu folgen, oder wenn die Zelle sich nicht allein nach einer Dimension (nach der Länge), sondern auch im Querdurchmesser ausdehnt, und der Spiralfaden somit zu kurz würde. Man müßte aber dann annehmen, daß die Zerreißung so ziemlich an 2 gerade übereinander liegenden Punkten statt gefunden habe, und daß die freigewordenen Enden der zerrissenen Spirale sich an einander fügen und so einen Ring bilden. Wo man dann eine Ver-

Mitunter sieht man zwei Ringe, die auf einander folgen oder sich sogar mit einem Punkt ihrer Ränder vereinigen, in zwei einander entgegengesetzten Richtungen geneigt. Fig. 45. Diese Thatsache, die sich an die vorhergehenden anreiht, könnte dadurch erklärt werden, daß in einer frühern Periode die Ringe nur sehr schwach an der Wand der Röhre anhingen, so daß sie sich theilweise oder wohl gar ganz loslösen und in die Höhlung der Röhre hineinfallen, wobei sie ihre frühere Stellung verlassen und eine neue annehmen, die sich mehr oder weniger der senkrechten nähern kann *).

Nach allem Vorhergegangenen ist leicht vorauszusehen, wie leicht der Uibergang von Ringgefäßen in Netzgefäße Statt finden kann. Diese verschieden geneigten, unter einander durch unmittelbare Berührung an einem Punkte ihres Umfanges unmittelbar, oder durch verschieden gewundene Bänder oder Streifen mittelbar zusammenhängenden Ringe, die zuweilen von Spalten durchbrochen sind, bilden oft ein loses weitmaschiges Netz. Denkt man sich dieß Alles vervielfältigt und genähert, so hat man ein engeres und vielfaches Netz. Es ist auch nichts Seltenes, ein und dasselbe Gefäß in einem Theile seines Verlaufes als Ringgefäß, im einem andern als Netzgefäß zu erblicken. Fig. 46. **) Diese Gefäße endigen spitz kegelförmig; die Länge des Zwischenraumes zwischen ihren Enden beweist, daß sie so wie die Spiralgefäße gewöhnlich aus Fasern zusammengesetzt sind.

§. 11. Gestreifte [rayé] Gefäße (Treppengefäße). Die gestreiften (Treppen-) Gefäße bieten statt einer Spirale, Ringen oder unregelmäßigen Lücken Querstreifen dar, die nur einen Theil des Umfanges vom ganzen Gefäße einnehmen und die im Allgemeinen regelmäßig über einander gestellt sind. Fig. 47. Die Form des Gefäßes ist oft die eines Prisma (von mehreren Seiten), dessen Seitenflächen die Streifen zeigen, die bis nahe an die Kanten reichen. Fig. 48. Man hat die Anordnung dieser Querstreifen und ihrer

---

bindung zwischen zwei 2 Ringen sieht, wäre dann nur ein Ende frei, und hätte sich da, wo die zweite Windung beginnt, an die auf- oder absteigende Faser angesetzt und mit ihr vereinigt. — Der Styl ist im Original (ein seltner Fall bei Franzosen) dunkel und ohne Präcision, und was der Verfasser damit will, daß er einmal den Parallelismus der Streifen auf den Ringen als Beweisgrund für, und gleich darauf wieder die Ableitung der Ringgefäße aus Spiralgefäßen anführt, ist nicht recht abzusehen.

*) Die Erklärung, daß sich in diesen Fällen die Zelle oder das Gefäß an einem Orte mehr ausgedehnt habe, als an dem andern, und so die Ringe auf einer Seite weiter von einander entfernt wurden als auf der andern, also gegen einander geneigt sind, ist wohl natürlicher und einfacher.

**) Schleiden erklärt die Entstehung der netzförmigen Gefäße so: »Wenn mehrere Fasern unter einander auf längere Strecken verwachsen oder die einzelnen Windungen hin und wieder auf kürzere Strecken sich verbinden, so werden bei bedeutender Ausdehnung der Zellen die unverwachsenen Theile der Fasern und Windungen auseinander gezogen. Je mehr Verwachsungspunkte vorhanden sind, je weniger die Zelle sich noch ausdehnt, desto fester verwachsen die Fibern mit der Zellwand.« Er rechnet die verästelten Spiralen vieler Schriftsteller auch hieher.

Zwischenräume mit den Sprossen einer Leiter oder den Stufen einer Treppe verglichen und deßhalb Gefäße mit diesem Aussehen treppenförmige Gefäße genannt. Nicht immer aber sind die Streifen so in die Quere verlängert, sondern sie sehen oft aus wie kleine Knopflöcher, die wie die Streifen gestellt, aber viel zahlreicher sind, so als ob sie aus einem mehrfach unterbrochenen Streifen entstanden wären *).

Allgemein hält man jetzt dafür, daß diese Gefäße, so wie die früher besprochenen Organe, aus einer äußern Röhre und einer innern bestehen, welche als ein unterbrochenes Gewebe die erstere auskleidet; die Streifen sind diejenigen Stellen, welche den Lücken oder Unterbrechungen entsprechen, und an denen das Gefäß nur durch die äußere Membran geschlossen ist. Einige Autoren glaubten zu bemerken (und ganz richtig), daß die Stellung und Form der Streifen (und Tüpfel) in einer gewissen Beziehung und Uibereinstimmung mit den Theilen stehen, von denen das Gefäß umgeben und gedrückt wird, daß die Streifen (und Tüpfel) da bestehen (persistent), wo Flächen in Berührung stehen, daß die Membran dicker wird, wo sie in Berührung mit einem Winkel ist, daß also da, wo das Gefäß mit ähnlichen Gefäßen gränzt, eine regelmäßige Uibereinstimmung statt findet, die dort verschwindet, wo kürzere und zahlreichere Zellen anstoßen **).

---

*) Schleiden spricht sich über die Treppengefäße folgendermaßen aus. Nachdem er über die krankhaften Veränderungen in Spiralfaserzellen sich (Anm. zu §. 9) geäußert hat, sagt er weiter: »Eine andere, aber gesetzmäßige Bildung anastomosirender Fasern zwischen benachbarten Windungen tritt häufig schon früh ein. Wenn man die großen netzförmigen Gefäße der Balsamine aufmerksam betrachtet, so sieht man bald, daß sich ein Theil aller Netzfasern recht gut auf eine Spirale zurückführen läßt; diese zeigen alle eine leichte gelbliche Färbung, daneben gibt es aber andere kurze meist vertikale Verbindungsäste, die sich sogleich durch ihre wasserhelle Farblosigkeit auzeichnen; verfolgt man sie, so sieht, man daß sie genau dem Verlauf der Fuge zwischen je zwei anliegenden Zellen entsprechen und gleichsam für diese Fuge eine Brücke bilden von einer Faser zur andern; diese gehören entschieden nicht der ursprünglichen Spiralbildung an. Ihr regelmäßiges Auftreten bei porösen Gefäßen mit langen Querspalten hat zu dem Namen der leiter- oder treppenförmigen Gefäße Veranlassung gegeben.« S. auch Anmerkung zu §. 7.

**) Kürzer und deutlicher gegeben verhält sich die Sache so. Eine in einer Zelle abgelagerte neue Schichte bildet in der Regel ringsum dieselben Formen, mitunter aber auch nicht, indem es z. B. vorkömmt, daß ein Gefäß oder Zelle an einer Seite eng an einander schließende Spiralen, auf der andern spaltenartig zu Poren aus einander tretende zeigt, oder daß man an einer Seite Ringe sieht, während es auf der andern mit Spiralen, netzförmig oder getüpfelt erscheint. Dieß steht immer mit der Gestaltung der angränzenden Theile in Bezug, so daß z. B. die porösen oder getüpfelten Gefäße nur da getüpfelt sind, wo sie einander berühren, aber fast ohne Spur von Tüpfeln, wo sie an Holzzellen anstoßen. So zeigen sie sich auch nur in einer Richtung, z. B. gegen die Markstrahlen zu bei den Coniferen (Zapfenbäumen), gegen Rinde und Mark, also nicht seitwärts, sondern nach innen und außen, bei Hibbertia volubilis u. s. w. Hieher gehören Mirbel's tubes mixtes.

Die gestreiften oder Treppen-Gefäße sind von vielen Schriftstellern mit den Ring- oder Netzgefäßen verwechselt worden; es ist aber auch wirklich schwierig, genügende Unterschiede zu ermitteln, da wo den letztern die Maschen des Netzes schmal und in die Quere verlängert sind und eine gewisse Regelmäßigkeit zu besitzen scheinen. Man hat sie auch als eine Umwandlung der Spiralgefäße angesehen, in der die Spiralwindungen an den den Querstreifen entsprechenden Stellen deutlich und ein wenig von einander entfernt wären, in den dazwischenliegenden Stellen aber in einander verflößen. Diese Ansicht scheint einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit zu gewinnen durch mehrere Fälle, in denen die schiefe Richtung der Querstreifen einer Spirale folgt, und das gezerrte Gefäß sich schneckenlinig oder spiralig abwickelt. Aber auch dann ist es nicht ein einziger, zwischen den über einander liegenden Querstreifen befindlicher Spiralfaden, den man erhält, sondern ein mehr oder minder breites, mehrere parallele Reihen von Querstreifen enthaltendes Band. Fig. 49. Uibrigens sind in den meisten Fällen die Querstreifen vollkommen horizontal und zeigen sich schon in den allerjüngsten Gefäßen; die erste Veränderung, die man auf der einfachen und gleichartigen Membran, aus der sie anfänglich bestehen, wahrnimmt, ist das Erscheinen von graulichen parallelen Linien, Fig. 50, und die aufmerksamste und sorgfältigste Beobachtung von allem Anfange an läßt nichts entdecken, was einem Spiralfaden auch nur ähnlich wäre *).

Die gestreiften oder Treppengefäße sind aus einer Reihe von verlängerten Zellen zusammengesetzt, die mit schiefstehenden Querwänden geschlossen und mit denselben aufeinander gesetzt sind oder aus konisch endigenden Fasern.

§. 12. Punktirte Gefäße **). Die punktirten Gefäße, die unter allen Gefäßen die bedeutendste Größe erlangen, so daß man sie oft mit bloßem Auge recht gut wahrnehmen kann, erscheinen als vielfach durchbohrt von kleinen Punkten, die entweder in parallel laufenden, horizontalen oder seltener in etwas geneigten, Fig. 51, Querlinien stehen. Man hat in Bezug auf die Entstehung dieser Punktreihen dieselben Hypothesen aufgestellt, wie bei den Streifen, und man kann auch eben dieselben Einwendungen dagegen machen.

Diese Gefäße zeigen die Form eines Cylinders, auf dessen Oberfläche man Kreise ohne Punkte wahrnimmt, die entweder ein wenig schief oder gewöhnlicher horizontal, und in ziemlich kleinen, meist gleichen Zwischenräumen stehen. Diese Kreise haben denselben Durchmesser wie die übrige Röhre, zuweilen aber einen etwas kleinern, und dann entsteht in gewissen Zwischenräumen eine Reihe von Verengerungen oder Einschnürungen. Fig. 52. Ein senkrechter oder Längsdurchschnitt des Gefäßes zeigt, daß dieser Einschnürung innen eine Kreisfalte entspricht, und behandelt man ein solches Gefäß mit warmer Salpetersäure, so zerfällt es genau nach diesen Linien in eben so viel Stücke, die nun deutlich als Zellen von der Form

*) S. hierüber die §§. 7 und 11 sammt den Anmerkungen dazu.

**) S. daselbst.

eines Fasses erscheinen, dem man dem Boden ausgeschlagen hat. Das punktirte Gefäß hat sich somit aus einer Reihe verbundener Zellen gebildet. Die Punkte stehen an jenen Stellen, wo die äußere Membran einfach geblieben ist.

Sind diese Einschnürungen, die durch das Aneinanderreihen in der Mitte erweiterter Zellen entstehen, sehr stark ausgesprochen, so erinnert das Gefäß an einen Rosenkranz, dessen Perlen stark an einander gedrückt sind, Fig. 53. Die sogenannten rosenkranz- oder wurmförmigen Gefäße (da man sie auch mit einem vielgliedrigen Wurme vergleichen kann) Fig. 54, sind also nichts als eine Modifikation einer allgemeinern Form, und diese Modifikation zeigt sich nicht allein bei punktirten, sondern auch bei andern Gefäßen. Im Allgemeinen sieht man, überall, wo neue Organe entstehen, z. B. ein Zweig aus einem Aste, oder ein Blatt aus dem Zweige, und wo also die Gefäße, um aus dem einen in das andere zu übergehen von der bisherigen geraden Richtung abweichen müssen, ihre Elemente diese Veränderung eingehen, indem sie kürzer, unregelmäßiger werden und sich mit kleinern Flächen berühren. Die gerade Linie muß sich in mehrere kurze brechen, um die krumme Bahn zu durchlaufen. So verkürzen sich auch die die Spiralgefäße zusammensetzenden Fasern, oder die geringelten und gestreiften Gefäße, die im Stengel gewöhnlich so lang sind, zu Knoten, und erhalten endlich die Form von Zellen. Fig. 54.

§. 13. Verwandlungen der Spiralgefäße. Wir haben gesehen, wie die Spiralgefäße einerseits sehr lange und vollkommene Spiralen zeigten, und andrerseits wieder deutlich durch die gestreiften Gefäße in die netzförmigen übergingen, wie die Querlinien der gestreiften sich theilten, in quere Punktreihen verwandelten und so einen Uibergang von den gestreiften zu den punktirten herstellten, und wie sie sich zuweilen durch Gewalt als spirale Bänder abrollen ließen. Es kann uns daher nicht wundern, daß die Umwandlung des einen Gefäßes in das andere von vielen Botanikern angenommen ist, die in all den verschiedenen bisher erklärten Modifikationen nichts sehen, als verschiedene Entwicklungsgrade ein und desselben Organes, und die da glauben, daß dasselbe Gefäß an verschiedenen Stellen seines ganzen Verlaufs alle diese Formen zugleich besitzen kann. Diese Ansicht sollte jedoch eigentlich noch weiter getrieben werden, da es unmöglich ist, scharfe Gränzen selbst zwischen Gefäßen und Fasern, und Fasern und Zellen zu ziehen, da im Allgemeinen jedes Gefäß aus zwei andern zusammengesetzt ist, und alle 3 Arten bei ihrem Entstehen unter derselben Form, nämlich als eine von einer gleichförmigen Membran umschlossene Zelle, auftreten. Hiezu kömmt noch, daß zu jeder Zeit (Periode) die Substanz, welche die Wand einer Zelle, einer Faser oder irgend eines Gefäßes bildet, durchaus dieselbe aus denselben chemischen Elementen, und in denselben Verhältnissen zusammengesetzt ist. Man geräth dadurch in Versuchung zu glauben, daß es in der Pflanze nur ein einziges Elementarorgan gäbe (wie dem auch so ist), welches als ein wahrer Proteus durch eine Reihe von Umwandlungen die verschiedenen Gestaltungen annehme, die wir für verschiedene Organe hielten. Doch wir müssen uns

hüten, die geistreiche Idee der Metamorphose zu übertreiben, und Aehnlichkeiten für Identitäten anzusehen. Die Beobachtung, dieser unabänderliche, strenge Maßstab für unsere Theorien zeigt uns das Gegentheil der vorhin ausgesprochenen Sätze. Verfolgt man die Entwicklung eines Gefäßes, so bemerkt man nie, daß es in den verschiedenen Phasen seiner Entwicklung alle Gefäßarten dargestellt habe; dasselbe läßt sich auch von den Zellen sagen. Weiters steht noch fest, daß man 1. in jedem Theile einer Pflanze unabänderlich diese oder jene Form von Zellen, Fasern oder Gefäßen antrifft, daß man z. B. in dem einen Theil immer abrollbare Gefäße findet, in dem andern nie, daß man in irgend einer Pflanze oder einem ihrer Theile niemals gestreifte Gefäße sieht, während sie anderwärts häufig vorkommen, 2. daß trotz der gleichen chemischen Zusammensetzung der Wände doch der ihres Inhaltes sehr abweicht, und daß dieß, wie bei der äußern Gestalt, auf eine standhafte Weise und je nach dem Ort, den diese Zelle oder Gefäß einnimmt, geschieht. Wenn es daher auch wahr ist, daß alle Elementarorgane einer Pflanze von einer Zelle beginnen, an der wir keine wahrnehmbaren Unterschiede aufzufinden im Stande sind, so ist es doch eben so wahr, daß jede Zelle von ihrem Beginn an bestimmt scheint, in ihrer Entwicklung nur diese oder jene bestimmte Form anzunehmen und nur diesen oder jenen Stoff zu bereiten oder zu enthalten. Es ist also dann nicht immer dasselbe Organ. Es kann von seiner ersten Gestalt an mehrere durchlaufen, um zu seiner letzten bestimmten zu gelangen; hier aber ist die Gränze seiner wirklichen Metamorphosen, und diese muß man richtig zu bestimmen suchen, wenn man die Elementarorgane der Pflanze richtig auffaßen und schildern will. Bei diesen Untersuchungen muß man sehr auf seiner Hut seyn, nicht den Täuschungen anheim zu fallen, die bei der außerordentlichen Einfachheit des Pflanzengewebes so leicht vorkommen können, eine Einfachheit, die, bald Differenzen versteckend, bald scheinbare Aehnlichkeiten vervielfältigend, den Eindruck einer scheinbaren Einerleiheit gibt, an die man um so öfter glaubte, je öfter und nothgedrungener man die kleinsten Theile mit den unvollkommensten Instrumenten der Untersuchung unterwarf.

§. 14. Lebenssaftgefäße. Wir haben bis nach der vorhergehenden Diskussion die Beschreibung einer Art von Gefäßen aufgeschoben, die sich von allen andern so unterscheiden, daß sie Niemand je verwechseln konnte, nämlich die sogenannten Lebenssaftgefäße oder Gefäße des eigenen Saftes, Milchsaftes, die so heißen, weil sie den eigenen Saft oder Milchsaft führen.

Es sind häutige Röhren, die durch Queräste so miteinander in Verbindung stehen, daß sie im Ganzen ein weitmaschiges Netz ausmachen. Fig. 56, 57. Sie haben also mehr als alle vorhergehende Arten von Gefäßen einige Aehnlichkeit mit denen der Thiere, die ebenfalls die Eigenschaft besitzen, sich zu verästeln. Das Wort Verästelung paßt eigentlich bei den Lebenssaftgefäßen nicht ganz gut, da sie sich nicht wie ein Stamm in Aeste, die Aeste in Zweige und so fort theilen und frei endigen, sondern die Aeste den Stämmen beinahe gleich sind und von ihnen unter einem rechten oder spitzen

Winkel abtreten, um sie mit den nächstgelegenen in Verbindung zu setzen. Die häutige Wand ist durchsichtig und homogen; denn wenn sie auch an einigen Stellen etwas dicker ist, als an andern, so scheinen diese unregelmäßigen Verdickungen übrigens durchaus keine andere Beschaffenheit zu haben, als die übrige Wand. Diese Röhren sind anfänglich sehr feine und zarte regelmäßige Cylinder, Fig. 55. a; später, wenn sie sich vergrößern, behalten sie wohl zuweilen die cylindrische Form bei, erweitern sich aber auch oft stellenweise. Fig. 55, b, 56. Diese Erweiterungen können während des Lebens wie bei den Thieren in den Venen, zeitweilige Stockungen der enthaltenen Flüssigkeit seyn, sind aber auch oft beständig vorhanden. Eben so kann die Höhlung innen nicht überall gleich seyn, selbst wenn es der Cylinder außen ist, und in gewissen Zwischenräumen Verengerungen darbieten.

Herr C. H. Schultz, dem wir die ausführlichste Arbeit über diesen Gegenstand verdanken, gibt zu, daß an den diesen Verengerungen entsprechenden Punkten über den früher erwähnten Anschwellungen und bei den Verästelungen sich eine Einschnürung und später eine vollkommene Theilung einstellt, dann stellen die Lebenssaftgefäße statt einer zusammenhängenden Höhle eine Reihe von getrennten kleinern Höhlen vor; er nennt sie dann gegliederte Lebenssaftgefäße (vasa laticis articulata) Fig. 57; im Zustande der Ausdehnung, der vorhergegangen ist, und der ihre höchste Lebensthätigkeit zu bezeichnen scheint, v. l. expansa, Fig. 56, 55 b, und im Zustande der Zusammenziehung im ersten Grade ihrer Entwicklung, v. l. contracta, Fig. 55 a.

Vergleichen wir sie mit andern Gefäßen, so finden wir eine gerade entgegengesetzte Entwicklung, denn statt anfänglich geschiedener Zellen, die sich an einander fügen und in Kommunikation treten, um eine Röhre zu bilden, sehen wir zuerst fortlaufende Kanäle, die später erst ihren Zusammenhang unterbrechen und in eine Art Zellen zertheilen. Diese Eigenschaft, falls man sie nicht in Zweifel ziehen will, und jedenfalls aber die, durch die vielfältigen Communikationen eine Art Netz zu bilden, zeichnen die Lebenssaftgefäße augenfällig aus. Eben so unterscheiden sie sich auch durch den Mangel der Unterbrechungen in ihren Wänden, an denen man nie durch die dünneren Stellen die ursprüngliche Membran unter der Form von Bändern, Streifen oder Punkten durchscheinen sieht, wie bei den andern Gefäßen, den Fasern und den Zellen. Die anfangs dünne Wand dieser Gefäße verdickt sich mit dem Alter, wie schon erwähnt wurde, und einige Beobachter wollen sogar eine Aufeinanderfolge von Schichten beobachtet haben *).

---

*) Die Milch- oder Lebenssaftgefäße bedürfen noch vielfältiger und genauer Untersuchungen, um über sie in's Reine zu kommen. Unsere gegenwärtige Kenntniß von ihnen ist noch sehr mangelhaft und unsicher. Unser Autor tritt der Meinung bei, daß sie sämmtlich deutliche Wände besitzen, welche stellenweise sich verdicken und daß sie später sich abschnüren und theilen. Unger meint, sie entständen aus zusammenfließenden Zellenreihen; Schleiden läugnet dieß, und wie es scheint, mit Grund, gänzlich, und sagt, daß wir eben von ihnen nicht mehr wissen,

§. 15. Verbindung der Elementarorgane untereinander. Nachdem wir die Verschiedenheiten der Elementarorgane auseinandergesetzt haben, kommen wir zu einem Problem, das in neuerer Zeit die Botaniker viel beschäftigt hat; dieß ist das Mittel, durch das die vorerwähnten Organe mit einander in Vereinigung gebracht werden. Da diese Organe sich sämmtlich auf die Zelle zurückführen lassen, da die Gewächse zum größern Theil, und oft allein, aus Zellen zusammengesetzt sind, so handelt es sich endlich um nichts, als um die Kenntniß der Vereinigung der Zellen unter einander.

Nach Einigen ist ihre Vereinigung eine unmittelbare. Die anfangs halbflüssigen Wände der Zellen behalten noch durch einige Zeit eine hinlängliche Weichheit, um bei der Berührung der Nachbarzellen während ihrer Entwicklung ein wechselseitiges Ankleben derselben zulassen und zu bewirken, daß sie selbst nach dem Eintrocknen je nach der Form und Beschaffenheit des aus ihnen zusammengesetzten Gewebes, enger oder loser an einander geklebt bleiben.

Die Ansicht von einer mittelbaren Verbindung zählte Anfangs nur wenig Verfechter, hat aber in neuerer Zeit mit großer Autorität Hugo Mohl's an der Spitze sehr Platz gegriffen. Mohl glaubt, daß sich zwischen den Zellen eine von ihnen verschiedene Substanz ergossen habe, die sie mit einander verbindet, und die er Zwischenzellensubstanz nennt. In einigen sehr einfach gebauten Pflanzen, die im Wasser, besonders aber im Seewasser leben, und die unter dem Namen Tang (Fucus) bekannt sind, lassen die sehr zerstreut stehenden Zellen, Fig. 58, a, a, aus denen die ganze Pflanze besteht, Zwischenräume zwischen sich, die oft einen größern Durchmesser besitzen als die Zelle selbst, und die von dieser Zwischenzellensubstanz (b) erfüllt sind, welche somit den größern Theil der Masse ausmacht. In den höher organisirten Land-Pflanzen hingegen, in unsern Bäumen und Kräutern, stoßen die Zellen an einander, und diese Substanz ist zwischen den Berührungsflächen zu einer so dünnen Schicht geschwunden, daß sie sich unsern Blicken entzieht; sie wird aber in den Zwischenzellengängen sichtbar und füllt sie manchmal gänzlich aus. Man unterscheidet sie an ihrer Farbe und ihrer Struktur, und da ihre Zusammensetzung von der der Zellen verschieden ist, so lassen sich diese durch solche Auflösungsmittel einzeln trennen, die wohl diese Substanz, nicht aber die Zellen angreifen.

---

als daß sie größtentheils eigene Wände besitzen und sich durch einen ganzen Pflanzentheil erstrecken, dann aber oft blind endigen, wie er dieß besonders deutlich bei den blattlosen Euphorbien beobachtet habe. Endlicher und Unger stellen übrigens noch eine Art Gefäße auf, nämlich die von ihnen sogenannten Lebenssaftgefäße, die aus mehr oder weniger langgestreckten, prismatischen, über einander gestellten Zellen bestehen sollen, deren Zwischenwände nicht obliteriren und die also von dem gewöhnlichen langgestreckten Parenchym sich nur durch den Inhalt unterscheiden, welcher ein trüblicher Saft ist, und von den Milchsaftgefäßen, daß sie stets dünnwandig bleiben und sich nie verästeln. Sie sollen oft einen bedeutenden Bestandtheil der Gefäßbündel besonders in den Monokotyledonen bilden, und sonst nie einzeln vorkommen.

§. 16. Mirbel's Meinung weicht von beiden frühern ab. Nach ihm wäre das Pflanzengewebe anfänglich eine Art Schleim, etwa einer Auflösung von Gummi arabicum vergleichbar, der nach und nach dicker wird, und in dem sich endlich eine Menge kleiner Höhlungen bildet, welche den innern Raum der Zellen verstellen. Nachbarliche Zellen wären somit ursprünglich durch eine gemeinschaftliche Zwischenwand geschieden, die entweder so bleiben kann, oder im häufigern Falle sich entweder ringsum, oder bloß zum Theil und vorerst an den Winkeln in zwei Schichten trennt. Nach dieser Theorie wäre der Entwicklungsgang der Zellen dem oben angegebenen gänzlich entgegengesetzt; sie trachteten nämlich sich zu trennen, statt sich zu verbinden, und ihre Vereinigung wäre also ihr eigentlicher und ursprünglicher Zustand, der sich mit dem Alter allmählig veränderte. Verharrt ein solches Gewebe Fig. 59. b, b, in diesem Zustand, in dem es eine Art zusammenhängenden Netzes bildet, dessen Maschen mit einer deutlichen Zelle gleichsam ausgefüttert sind (a. a), so nennt es Mirbel tissu cellulaire interposé, Fig. 59. Es ist klar, daß es die Rolle von Mohl's Zwischenzellensubstanz spielt, so verschieden auch sein Ursprung ist. *)

§. 17. Mittel zur Kommunikation der Elementar-Organe unter einander. Wenn auch die Art der Vereinigung der Elementarorgane zu einigen Zweifeln Veranlassung geben kann, so ist doch die ihrer Kommunikation desto deutlicher. Wir haben gesehen, daß sie von einer einfachen, zarten Membran umschlossen sind, die sich dadurch verdickt, daß sich auf ihrer innern Fläche neue Schichten, aber nicht überall gleichförmig ablagern, sondern mehrere Punkte unbedeckt lassen. Die Durchdringlichkeit einer solchen Membran nun ist durch zahlreiche und entscheidende Versuche festgestellt. Die Gasarten oder Flüssigkeiten, die in den Höhlungen der Zellen oder Gefäße enthalten sind, finden, um aus dem einen ins andere zu gelangen, immer eine Menge Seitenkanäle, Fig. 28 u. 29, die an ihrem blinden Ende bloß von einer häutigen Wand geschlossen sind. Mehrere Autoren haben sogar die Existenz dieser Scheidewände geläugnet und haben Poren und Spalten genannt, was wir Punkte und Streifen nannten. Es ist allerdings wahrscheinlich, daß die Membran an den Stellen, wo sie unbedeckt geblieben ist, öfter wirklich verschwindet, wie wir es an den Berührungs-Enden der Fasern und Zellen gesehen haben, die durch ihre Aneinanderreihung die Gefäße bilden. Zuweilen verschwindet die häutige Röhre eines Gefäßes ganz, und seine Ringe werden nur noch von den benachbarten Theilen zusammengehalten, deren angränzende Theile die Wand des Cylinders bilden. Die Existenz wirklicher Löcher in den Zellen gewisser Gewächse ist außer Zweifel gesetzt **).

In zwei an einander stoßenden Zellen entsprechen die Kanäle der

*) Uiber diese Ansicht Mirbel's s. später.

**) Mohl ist der erste, der die Existenz dieser wirklichen Löcher nachwies (sonst galten alle Tüpfel für solche). Sie finden sich sehr deutlich im Sumpfmoos (Sphagnum), in den Parenchymzellen aller Cykadeen u. s. w. Sie entstehen aber wohl nicht, wie so. unser Verf. meint, sondern dadurch, daß die von einer Ablagerung frei gebliebenen Stellen der ursprünglichen Zellenmenbran resorbirt werden.

einen gewöhnlich denen der andern, so daß zwei zu verschiedenen Zellen gehörige Kanäle nur einen einzigen auszumachen scheinen (Fig. 60, a.), und so, bloß durch die einfache äußere Membran der Zellen geschieden, durch Endosmose und Exosmose einen Kommunikationsweg für Gase und Flüssigkeiten herstellen, ohne daß von einer Zelle zur andern ein wirklicher Weg offen sey. Der Uebergang einer Flüssigkeit ist also entweder vollkommen frei (wo wirkliche Löcher vorhanden sind), oder er ist leicht, oder wenigstens möglich überhaupt.

§. 18. Wenn von einem Bündel Gefäße sich einige ablösen, um seitwärts, z. B. von einem Zweig in ein Blatt abzugehen, und indem sie ihre frühere Richtung verlassen, eine Beugung machen, so scheint ihr Zusammenhang in dieser Krümmung unterbrochen zu seyn, und die Gefäße, die die neue Richtung einschlagen, fügen sich mit ihren Enden (Fig. 61. a.a. a.) an die Enden derjenigen, die früher zu dem Bündel gehörten. Es geschieht also hier beiläufig das Nämliche, was bei der Aneinanderreihung der Fasern oder Zellen Statt findet, nämlich eine theilweise oder gänzliche Durchbrechung der an einander gefügten Flächen, nur daß man hier ein leichtes Auseinanderweichen (déviation) der so mit einander verbundenen Enden wahrnimmt.

Obgleich die Gefäßverzweigungen fast stets dieses Ursprunges sind, so hat man doch Beispiele von wirklich verästelten Spiralgefäßen ohne diese Gliederung. So sieht man mitunter ein Spiralgefäß mit doppelter Spirale sich gabeln und zwei mit einfacher Spirale bilden (Fig. 62 *), indem die zwei Spiralfäden, die früher vollkommen parallel verliefen, sich unter einem Winkel von einander entfernen, und jeder um eine Axe winden. Verästelung ohne Unterbrechung des Zusammenhanges der Röhre ist somit nicht so absolut nur den Lebenssaftgefäßen eigenthümlich, wie man allgemein behauptet. Es fehlt auch, wenn dieses als charakteristisch angesehene Kennzeichen wegfällt, nicht an andern, um sie von den übrigen Gefäßen zu unterscheiden.

§. 19. Inhalt der Organe. Nachdem wir das ganze Gewebe der Pflanze von verschieden geformten Höhlungen erfüllt gesehen haben, bleibt uns noch zu untersuchen, was sich in diesen Höhlungen vorfindet, ob sie leer oder mit irgend Etwas angefüllt sind.

Zuweilen scheinen sie absolut leer zu seyn, aber dann sieht man, wenn man sie unter Wasser öffnet, gewöhnlich ein kleines Bläschen aufsteigen, welches die Gegenwart irgend einer Gasart anzeigt. Alle Abstufungen von Aggregatszuständen, vom Gas bis zum festesten Körper, zeigen sich an dem Inhalt der Höhlungen des Pflanzengewebes, der als Dunst, als dünne oder dickliche Flüssigkeit, als Gallerte, als Teig, als zerstreute oder in eine Masse vereinte Körperchen als steinige Masse, oder als Krystall erscheinen kann. Es leuchtet von selbst ein, daß ihre Beobachtung um so leichter ist, je mehr sie sich dem festen Zustande nähern; im luftförmigen Zustande muß man die Chemie zu Hilfe nehmen, um sie zu bestimmen **), im flüssigen verdunsten

---

*) Was die meisten Autoren läugnen.

**) Sie hat uns bisher noch sehr wenig Resultate über diesen Punkt geliefert.

sie sehr oft, sobald man das Gewebe bloß gelegt hat, und die Zelle, die im Leben von einer Flüssigkeit aufgetrieben war, kann sich unter dem Mikroskop glatt und leer, bloß mit einigen Spuren eines festen Niederschlages zeigen, wenn die Verdunstung einen früher aufgelösten Körper als trockenen Rückstand gelassen hat, wie das Gummi und den Zucker aus dem Wasser, und Harz aus den flüchtigen Oelen. Es können auch mitunter chemische Veränderungen mit dem Inhalte während der Untersuchung vorgegangen seyn, indem er dabei aus seinen frühern Verhältnissen gerissen, und mit neuen Agentien, Luft, Wasser u. s. w. in Berührung gebracht wird. Diese Untersuchungen, deren Resultate für die Aufklärung des Pflanzenlebens von solcher Wichtigkeit sind, müssen somit mit der größten Vorsicht, auf die verschiedensten und am wenigsten direkten (unmittelbaren) Methoden (Wegen) unternommen werden, und sind trotzdem weniger vorgeschritten, als alle bisher besprochenen.

§. 20. Die festen Substanzen, deren Beobachtung die leichteste ist, und von denen wir hier zuerst sprechen wollen, können verschiedene Stellen in den Höhlungen einnehmen, in denen sie sich befinden. So können sie sich an der ganzen Fläche ringsum ansetzen, und gleichsam eine innerste Schicht bilden, die man oft nur auf chemischem Wege durch eine andere Reaktion erkennt; dieß ist der Fall mit der sehr stickstoffreichen Substanz, welche man in allen sehr jungen Zellen so abgelagert findet, und deren Schichte sich von Merkurprotonitrat roth färbt, während die Wände ungefärbt bleiben. Der sogenannte Holzstoff (ligneux), den man in den Holzfasern findet, legt sich nicht nur an ihre Wände, sondern tränkt sie völlig, wie eine Flüssigkeit, die einen Schwamm anfüllte und dann fest werdend mit ihm einen festen Körper bildete. In diesem Falle verschmilzt der Inhalt gewissermaßen mit dem Enthaltenden.

Eben so ist es mit der Kieselerde, die häufig das Pflanzengewebe inkrustirt. Man kann sich leicht von ihrem Daseyn überzeugen, indem man ein kleines Stückchen solchen Gewebes auf einer Glasplatte verbrennt. Das Feuer zerstört das Gewebe, aber nicht die mineralische Substanz, von der es durchdrungen war, und die als kiesliges Skelett das verschwundene organische Gewebe gleichsam auf dem Glase abzeichnet. Dieß zeigen z. B. in einem auffallenden Grade die Stengel der Gramineen, das Stroh, und davon stammen die glasigen Massen (Schlacken), die man zuweilen nach dem Brande eines Heuschobers findet.

§. 21. Die in den Zellen enthaltenen Stoffe zeigen sich zuweilen in Form verstreuter oder reihenweise liegender Körner. Häufig sieht man sie an den Wänden liegen, an die sie oft anzuhängen scheinen, und sie sehen dann aus wie Flecken oder Punkte, die man von außen mit den Durchbohrungen und Tüpfeln verwechseln kann, deren wir früher mehrfach erwähnten.

In der Mehrzahl der sehr jungen Zellen (nach einigen Beobachtern in allen) findet man ein körniges Klümpchen von Kugel- oder noch häufiger von Linsenform, das innen auf der Oberfläche liegt, oder sogar in die Membran selbst versenkt ist. Fig. 63. Im Allge-

meinen wird es immer weniger bemerkbar, je mehr die Zelle sich entwickelt, und verschwindet endlich ganz. Man legt ihm den Namen nucleus oder Zellenkern bei, den Schleiden in Cytoblast (von κυτος Höhlung, Schlauch, Zelle und βλαστος Keim, Knospe) umgeändert hat, wegen seiner Funktion, in seiner weitern Entwicklung die Zelle zu bilden, deren Embryonalzustand er somit wäre.

Die Körnchen sind zuweilen so zahlreich und dicht, daß sie sich, besonders nach der Verdünstung der Flüssigkeit, in eine feste Masse verwandeln, die fast die ganze Höhlung der Zelle ausfüllt. Ein andermal sieht man sie wieder frei und gesondert. Ihre Beschaffenheit ist verschieden, wie man an ihren mannigfaltigen Formen und noch mehr an ihrer Reaktion mit gewissen Substanzen, besonders mit der Jodtinktur sieht, die hier gewöhnlich angewendet wird. Bringt man einen Tropfen davon auf die zu untersuchenden Zellen, so sieht man diese Körnchen sich bald braun, heller oder dunkler-gelb, bald blau, hell oder dunkel-violet färben. Im ersten Falle kann man gewöhnlich schließen, daß die Substanz der Körnchen mehr oder minder stickstoffhaltig ist; im zweiten Falle kann man sicher seyn, daß es ein vollkommen stickstofffreier Stoff sey, der in den Gewächsen sehr verbreitet ist und eine wichtige Rolle spielt — das Stärkmehl nämlich. Untersucht man sie ohne Reagentien, so kann man sie auch außerdem an gewissen Eigenthümlichkeiten ihrer Form erkennen. Im Allgemeinen ist es die eines unregelmäßigen Sphäroids oder eines Polyeders (Vielecks), auf dem man um einen meist gegen die Peripherie gelegenen Punkt herum mehrere konzentrische Kreise erblickt. Diese Kreise zeigen eben so viele Schichten an, die um einen Kern, den centralen Punkt, herum liegen, und dieß beweist, daß sie sich im entgegengesetzten Verhältniß zur Zelle entwickelt haben, nämlich von innen nach außen. Will man noch mehr ins Einzelne gehen, so findet man die Form der Stärkekörnchen in den verschiedenen Pflanzen von einander abweichen, in derselben Species aber sich stets so gleich bleiben, daß ein geübtes Auge sogleich ihre Abstammung erkennen kann. So untersuche man, um einige der bekanntesten Beispiele aufzuführen, einen sehr feinen Schnitt einer Kartoffel, Fig. 64, eines Roggenkorns, Fig. 65, und eines Maiskorns, Fig. 66, und man wird finden, daß die darin befindlichen Stärkmehlkörnchen hinlänglich verschieden sind, um sie später wieder zu erkennen. Setzt man dem Tröpfchen Wasser, in dem man diese Schnitte gewöhnlich untersucht, um ihr Austrocknen zu verhindern, nur ein klein wenig der verdünntesten Jodtinktur zu, so wird man die Körnchen sogleich sich violett oder blau färben und deutlicher in den Zellen erscheinen sehen. Vermittelst dieser Körnchen bemerkt man auch die Cirkulation des Lebenssaftes in seinen Gefäßen (Fig. 55. 56. 57). Sie sind hier gewöhnlich sehr klein und fein, wie Staub, aber sehr ungleich mit bedeutend größern untermengt und mitunter von seltsamen Formen. Die Jodtinktur läßt sie sogleich als Stärkmehlkörner erkennen.

§. 22. Sehr häufig findet man Krystallisationen im Innern der Zellen, deren Daseyn übrigens gar nichts Auffälliges hat. Einerseits bilden sich durch den Vegetationsakt selbst in den Pflanzen mehrere

Säuren (wie die Kleesäure, Apfelsäure, wie u. s. w.), und saugen aus dem atmosphärischen und tellurischen Wasser Kohlensäure auf, so wie andrerseits die im Boden aufgelöst befindlichen anorganischen Alkalien, wie Kalk, Natron, Kieselerde, aufgesogen werden. Diese verschiedenen Lösungen müssen nothwendigerweise oft in den Höhlungen des Pflanzengewebes zusammen kommen und, wenn die gelösten Stoffe mit einander unlösliche Verbindungen einzugehen im Stande sind, mannigfaltig geformte Krystalle von verschiedenen Salzen bilden. Im ersten Augenblick scheint es, als wäre dieß ein rein chemischer Vorgang, der eben so gut in jedem Kolben Statt finde, in dem man diese Lösungen zusammenbringt und ruhig stehen läßt, und sieht man vollends, daß diese Krystalle desto häufiger vorkommen, je älter und je weniger lebensthätig das Gewebe, so wird man in der Idee, als gehöre diese Krystallbildung rein chemischen Wechselwirkungen und nicht einem Lebensprozesse an, nur noch mehr bestärkt. Es kommen aber eine Menge Betrachtungen der gegenseitigen Meinung zu Hilfe, besonders die neuerlich gemachte Beobachtung Payen's, daß diese Krystalle sich weder frei formen, noch frei in der Zelle schweben bleiben, sondern daß eine eigene Vorrichtung da ist, die sie erzeugt und enthält. Von irgend einem Punkte der Zellenwand entspringt ein aus viel kleinern Zellen zusammengesetzter Faden, der eine Partie sehr feines und wie im Entstehen begriffenes Zellengewebe trägt. Fig. 67. Später bemerkt man, daß im Innern dieser kleinen Zellen die mineralische Substanz sich ablagert und krystallisirt, wie in einem Gang (?) *), und daß sie, wie es scheint, seine Form und Begränzung angebe, so daß dasselbe Salz, kleesaurer Kalk z. B., in mehreren Pflanzen in sehr verschiedenen Formen krystallisiren kann, welche durch die Verschiedenheiten dieser Vorrichtung bedingt werden, in der es krystallisirte. Man hat diese Zellenmasse vor der Ablagerung des Salzes gesehen; man kann sie aber noch entwickelter und in noch bestimmteren Formen erblicken, wenn man ein Reagens anwendet, welches wohl das Salz löst, aber nicht das Gewebe angreift. Ohne Anwendung desselben entgeht das organische Gewebe den Blicken, indem es sich mit seinen sehr dünnen Wänden genau an die Krystallflächen anschmiegt.

Zuweilen enthält eine Zelle nicht mehr als einen oder einige wenige Krystalle, die dann groß genug sind, um ihre Gestalt recht gut bestimmen zu können. Viel öfter aber sind sie in großer Menge darinnen angehäuft, und ihre Kleinheit macht ihre Bestimmung außerordentlich schwierig und unsicher. Gewöhnlich gruppiren sie sich in zwei verschiedenen Richtungen, oder strahlenförmig um einen Mittelpunkt, oder parallel zu einander. Im ersten Falle sind sie dicker und kürzer, und bilden einen kugligen oder eiförmigen Kern, der rings mit Spitzen besetzt ist (Fig 68, 69), im zweiten Falle sehen sie aus wie ein Bündel feiner Nadeln (Fig. 70, 71). Diese nadelförmigen Krystalle hielt man Anfangs für ein eigenes Organ, eine Art Na-

*) Soll wohl heißen »Druse,« indem der Vergleich sonst ganz unpassend wäre.

deln, und nannte sie **Raphidien**. Gewöhnlich schließt die Gegenwart von Krystallen die von den früher erwähnten organischen Körnchen aus.

Man hat zuweilen angegeben, die Krystalle und besonders die Raphidien liegen in den Gängen oder Lücken außerhalb der Zellen und zwischen denselben. Dieß ist ein Irrthum, der aus mehreren Ursachen herrühren kann; die erste und häufigste ist das Umherstreuen dieser Körper durch den Schnitt selbst; es bedarf vieler Geschicklichkeit und Sorgfalt, um die Wände der Zellen dabei nicht zu zerreißen; denn oft dringt das Instrument in sie ein, trennt die Raphidien und bringt sie auf Gerathewohl in irgend eine benachbarte Höhlung. Aber auch bei größter Schonung des Gewebes glaubte man zuweilen Raphidien in eine Lücke hineinragen oder sie ganz einnehmen zu sehen. Dieß rührt daher, daß die Zellen die Krystalle enthalten, sich oft so unverhältnißmäßig entwickeln, daß ihre Höhlung das Ansehen einer Lücke gewinnt (Fig. 71), oder daß sie, wenn sie auf der Wand einer Lücke liegen, in dieselbe hineinragen, wodurch dann diese selbst die Krystalle zu enthalten scheint. Bis jetzt hat man aber diese nirgends anders als in den Zellen gesehen. Freilich findet man wohl zuweilen in den Zwischenzellen-Gängen oder in den Lücken eine mineralische Substanz, die Kieselerde, allein immer nur in gestaltlosen Massen.

§. 23. Die Zellen, die zum größten Theil das Gewebe der Getreidekörner ausmachen, aus denen wir Mehl bereiten, und die so reich an Stärkmehlkörnern sind, enthalten außerdem in ihrer Höhlung noch eine weiche, sehr elastische Masse, die sie ausfüllt und wie ein Teig die Stärkmehlkörner umgibt (rempâte). Man nennt sie **Gluten**, **Kleber**, oder **Pflanzenleim**.

§. 24. Noch andere Stoffe zeigen eine weniger feste Beschaffenheit, ohne grade noch flüssig zu seyn, sie erscheinen als wolkige Flocken oder als eine Gallerte. Unter sie gehört das **Chlorophyll** oder **Blattgrün**, das eine so wichtige Rolle im Leben und Aussehen der Pflanze spielt. Es schwimmt in der Zellenflüssigkeit und trachtet sich an den festen Körpern, mit denen es in Berührung kommt an den innern Wänden der Zellen und an den in ihnen befindlichen Körnchen festzusetzen. Viele haben es deßhalb als eine grüne Flüssigkeit, viele wieder als eine Anhäufung grüner Körner beschrieben. Diese Körnermassen und die Flüssigkeit sind aber an sich nicht gefärbt, sondern scheinen es nur durch die aufliegende Schicht des Blattgrüns. Die Körner des Chlorophylls können daher, wie die anderen Substanzen, sich in verschiedenen Lagen vorfinden, entweder an der innern Wand der Höhlung sitzend, oder in der Flüssigkeit herumschwimmend; eben so können sie in verschiedener Gestalt und Größe auftreten, und wahrscheinlich auch noch sonst verschiedene Eigenschaften besitzen. Man sieht durch die Jodtinktur viele von ihnen sich blau färben, was beweist, daß diese nichts anders sind als Stärkmehlkörner. Manche werden hingegen braun, entweder weil die zu große Dicke der grünen Schicht die Wirkung des Jods auf ihren Kern hindert, oder weil die Substanz dieses eine andere ist. Oft findet man mehrere Kerne gemein-

schaftlich in eine grüne Schicht eingebettet, so daß sie ein zusammengesetztes Korn bilden. Grüne Pflanzentheile verlieren nach einiger Zeit in Alkohol ihre Farbe, ein Beweis für die Löslichkeit des Chlorophylls in dieser Flüssigkeit und für seine daraus hervorgehende Aehnlichkeit mit den Harzen.

Der Stoff, der die Zellen zuweilen gelb färbt, scheint sich in seinen Eigenschaften dem Blattgrün oder Chlorophyll zu nähern, während das blau, roth und gelb färbende Prinzip als eine wässrige Flüssigkeit erscheint. Es löst sich in Wasser auf. Am häufigsten erscheint die Zellenflüssigkeit ganz oder beinahe farblos, so wie z. B. diejenige, welche unter dem Namen des Saftes (sève) in den Spiralgefäßen (!?) läuft. Sie enthält aber schon in wässriger Lösung einige der Substanzen, die sich in den Zellen absetzen oder wenigstens die Elemente zu diesen Verbindungen. Außerdem findet man in den Zellen oder in den als Behälter dienenden Lücken auch noch Flüssigkeiten anderer Beschaffenheit, wie wässrige Lösungen von Gummi, fette und flüchtige Oele, welche letztere wieder oft Harze aufgelöst enthalten. Gasarten findet man besonders in den Lücken, entweder nahe an der Oberfläche der Pflanze oder auch zuweilen tief im Innern.

§. 25. Aus dem Vorhergehenden haben wir ersehen, daß die Höhlungen des Gewebes in den verschiedenen Pflanzenorganen mit Substanzen von verschiedener Beschaffenheit und Consistenz angefüllt sind, und zwar nicht ohne Unterschied, sondern je nach den Organen von einander verschieden. Man muß jedoch wieder nicht erwarten, in demselben Organe stets denselben Stoffen wieder zu begegnen; die Lebensthätigkeit bringt darin unaufhörlich Veränderungen zu Stande, und nur wenn sie für einige Zeit aufgehoben oder ganz erloschen ist, stellt sich ein gleichbleibender Zustand her. Die Zelle, die durch die Einwirkung des Lichtes grün wird, war anfangs ganz farblos, und durchläuft mit der Zeit noch mehrere verschiedene Tinten; bevor sie sich mit soliden Körnchen füllte, enthielt sie nichts als Flüssigkeit und erst spät kommen auch Krystalle zum Vorschein. Die Gefäße, die zu einer Jahreszeit Saft führen, enthalten zu einer andern nichts als Luft. Untersuchungen in einer einzigen Periode angestellt, können nur falsche Begriffe über die Verrichtungen der Organe geben, deren Thätigkeit und Bau in allen Phasen ihres Lebens studirt seyn will. Die meisten falschen Ansichten rühren auch nur von solchen vereinzelten und zerstückelten Beobachtungen her.

Zusammengesetzte Organe.

§. 26. Die einfachen Organe bilden, indem sie sich in ihren verschiedenen Modifikationen mit einander vereinigen, die zusammengesetzten Organe. Diese können wieder mehr oder minder zusammengesetzt und mehr oder minder zahlreich seyn, und bilden durch ihre abermalige Vereinigung die ganze Pflanze. Um diese Organe, deren Combination ihre Formen und deren Thätigkeit ihr Leben begründet, so genau und ausführlich als möglich kennen zu lernen, gibt es keinen bessern und sicherern Weg, als die Pflanze vom Beginne ihrer Entwicklung an, also in ihrem einfachsten Zustande zu beobach-

ten, ihrer Entwicklung in allen Stufen genau zu folgen, jeder Veränderung seine Aufmerksamkeit zu widmen und alle ihre Theile aufs genaueste zu zerlegen.

§. 27. Der erste Zustand, in dem sich jede Pflanze darstellt, ist der einer Zelle oder eines Schlauchs (Fig. 74 u. 75 E¹), der mit einer körnigen Substanz angefüllt ist (Fig. 75 E²). Viele Pflanzen zeigen ihr ganzes Leben hindurch einen wenig zusammengesetzten Bau; alle aber beginnen damit, wenn sie auch später die möglich höchste Stufe pflanzlicher Organisation erreichen. Der erste Lebenszustand eines organisirten Wesens ist derjenige, in welchem es noch einen Theil von dem ihm ähnlichen Wesen ausmacht, durch das seine Existenz und die Form derselben bedingt ist. Man nennt es dann Embryo und diese Periode das Embryoleben.

Der Pflanzen-Embryo ist also anfangs nichts als ein mit Körnchen gefüllter Schlauch oder Zelle (Fig. 73). Bei einigen Pflanzen-Embryonen finden in ihrer Entwicklung nur einige Veränderungen an ihren Wänden und ihrem Inhalte statt, bei andern gruppiren sich auch einige neue Zellen um die erste, ohne daß man aber in der kleinen Masse mehrere verschiedene Partien oder Abtheilungen unterscheiden könnte.

§. 28. Oft aber besteht der Pflanzen-Embryo nicht nur aus einer größern Masse, zu der sich eine bedeutendere Zahl Zellen angehäuft hat, sondern er zeigt eine bestimmte Form, so daß man bei Zeiten zwei von einander wohl verschiedene Partien unterscheiden kann. Die eine folgt der Axe des mehr oder weniger regelmäßig eiförmigen Körpers, die andere weicht von ihr ab, indem sie einen seitlich sich wendenden, warzenförmigen Körper (Fig. 74 E⁴,c) oder zwei solche symmetrisch liegende bildet (Fig. 75 E⁴c c), zwischen denen die Axe durchgeht. Diese warzenförmigen Hervorragungen bilden das, was man einen Samenlappen oder Cotyledon nennt, und wir haben also von dieser ersten Periode an drei Formen des Embryo, die erste, wo er ganz gleichförmig ist, ohne zu unterscheidende einzelne Theile, ohne Samenlappen (Fig. 73), die zweite, wo ein Samenlappen (Fig. 74 E⁴). und die dritte, wo 2 Samenlappen vorhanden (Fig. 75 E⁴) Man nennt den ersten acotyledon oder samenlappenlos, den zweiten monocotyledon oder einsamenlappig und den dritten dicotyledon oder zweisamenleppig.

§. 29. Im Allgemeinen bleiben die mit Samenlappen versehenen Embryonen nicht bei dieser ersten Entwicklung der sie zusammensetzenden Organe stehen, sondern sie sind, während sie noch in das auf der Mutterpflanze befestigte Korn eingeschlossen waren, in allen ihren Theilen fortgewachsen, besonders aber in ihrem ein- oder zweifachen Samenlappen (Fig. 76 c. Fig. 77 cc.), die einen bedeutenden, oft den größten Theil des vollkommenen Embryo ausmachen. Das dem Samenlappen entgegengesetzte Ende des Embryo heißt das Würzelchen (dies. Fig. r.), weil aus ihm in seiner spätern Entwicklung die Wurzel wird. Oberhalb des Würzelchens, gerade in der Verlängerung der Axe, bemerkt man zwischen den Samenlappen, wenn ihrer zwei da sind (Fig. 75 g.), oder in einer an der Basis des

Samenlappens befindlichen Vertiefung, wo nur ein Samenlappen vorhanden ist (Fig. 76 g.), einen Körper, der viel kleiner ist, als die bis jetzt erwähnten. Oberflächlich betrachtet, scheint er gleichfalls nichts zu seyn, als eine einfache Warze, untersucht man ihn aber genauer unter dem Mikroskope, so lassen sich mehrere kleine Lappen erkennen, die seitlich zur Axe liegen (Fig. 78 g.), wie der Samenlappen, an dessen erste Entwicklungsstufe sie erinnern. Diese kleineren Läppchen entwickeln sich später zu Blättern, und man hat ihnen zusammengenommen den Namen Knospchen oder Keimknöspchen (gemmula) gegeben, weil man die Vereinigung mehrerer unentwickelter Blätter auf einer sehr kurzen Axe, die sich später zu einem Zweige entwickeln soll, Knospe nennt. Die Samenlappen selbst sind nichts als das erste oder die beiden ersten Blätter der jungen Pflanze, die aber gewöhnlich von den nachfolgenden in Form und Verrichtung sehr verschieden sind. Der Embryo zeigt somit eine Reihe seitlicher Organe oder Blätter auf einer Axe, deren blattloses Ende die Wurzel und dessen übriger Theil den Stengel in Zukunft bildet.

§. 30. Fundamental-Organe (O. fondamentaux). Man kann die drei bereits in dem mit Samenlappen versehenen Embryo deutlich unterschiedenen Partien Fundamental-Organe nennen. Alle anderen, die uns die Pflanze in ihrer fernern Entwicklung darbietet, kann man, trotz ihrer so auffälligen Unterschiede im Aussehen, und trotz der vielerlei Namen, mit denen man sie deßhalb belegt hat, für nichts anderes als für Modifikationen jener ersten ansehen.

§. 31. Man unterscheidet sie durch ihre Form und ihre relative Stellung. Ihre innere Struktur ist überall dieselbe, eine Anhäufung von fester oder lockerer verbundenen Zellen. Wenn der Embryo ganz ausgebildet ist, so sind die Zellen seiner Samenlappen oft mehr oder minder reich an Stärkmehl, besonders wenn sie eine bedeutendere Dicke haben. In diesem Falle füllen sie in der Regel das ganze (Samen) Korn an, und ernähren die Pflanze in der ersten Zeit ihrer Selbstständigkeit nach dem Embryonalleben ausschließlich. Diese Anhäufung von Stärkmehl ist es auch, die viele Samen zum Nahrungsmittel für Thiere und Menschen gemacht hat.

Sind die Samenlappen schon im Embryo groß, und haben sie besonders schon die Form von Blättern, so kann man nach einigen Richtungen Bündel von gestreckten Zellen wahrnehmen als erste Andeutung zukünftiger Gefäße.

§. 32. Nachdem der Samen von der Mutterpflanze getrennt ist, oder, um sich eines vergleichenden Ausdruckes zu bedienen, nachdem das Pflanzenei gelegt ist, bedarf es, um zu seiner weitern Entwicklung zu gelangen, verschiedener Bedingnisse, unter denen ein gewisser Grad von Wärme und Feuchtigkeit (nebst Anwesenheit von Sauerstoff) obenan steht. Diese finden sich gewöhnlich, wenn es bis auf eine geringe Tiefe unter die Erde kömmt, wo es so zu sagen ausgebrütet wird, und den zweiten Abschnitt seines Lebens, die Keimung, beginnt.

§. 33. In der ersten Zeit ernährt das junge Pflänzchen sich selbst, theils aus seinen Hüllen, theils aber aus den Samenlappen,

indem die in diesen angehäuften Stoffe durch die neuen Verhältnisse mancherlei chemische Veränderungen erleiden, und dadurch zur Ernährung tauglich werden. Das erste Resultat davon ist eine Vergrößerung des Würzelchens und des Knöspchens. Dieses letztere entwickelt sich im Anfange besonders kräftig, und man kann sich dabei überzeugen, daß von dem unterhalb der Samenlappen stehenden und unter dem Namen des Würzelchens begriffenen Theil wirklich nur das äußerste Ende der Wurzel zugehört und eine absteigende Richtung nimmt, während alles Uibrige nach aufwärts strebt und zum Stengel gehörig ist. Die Wurzel erkennt man leicht an den feinen Fäserchen, mit denen sie sich ganz bedeckt (Fig. 120 r′ r″) und mittels welcher sie ihre Nahrung aus der Erde aufsaugt. Bald verlängert sich auch das Knöspchen, und kömmt zum Vorschein, indem es den einzelnen oder die beiden Samenlappen, die es umfaßten und versteckten, auf die Seite drängt. Es entfaltet die Blätter, aus denen es besteht (Fig. 79 und 81 g), und deren Entwicklung stets in der Richtung von unten nach oben geschieht, so daß die untersten immer den obern vorangehen. In dem Maße, als die Blätter an Größe und Zahl zunehmen, werden die Samenlappen erschöpft, schrumpfen ein und fallen endlich ab. Die neuen Blätter weichen in ihrer Form gewöhnlich von ihnen sehr ab, und trachten immer mehr die zu gewinnen, die man an der vollkommen entwickelten Pflanze ihr Leben hindurch wahrnimmt. Auch die ersten Blätter, die unmittelbar über den Samenlappen stehen, sind von den folgenden verschieden.

§. 34. Sobald die junge Pflanze sich der nun überflüssigen Samenhüllen entledigt hat, und ihre Nahrung nicht mehr aus den erschöpften oder abgefallenen Samenlappen, sondern aus der Außenwelt zieht, kann man die Periode der Keimung als beendet ansehen. Es erschienen während ihrer Dauer eigentlich keine neuen Organe, sondern es wurden nur die, die schon im Embryo vorhanden waren, der Stengel, die Wurzel und die Blätter, durch ihre Entwicklung deutlicher und sichtbarer gemacht. Sie fahren nun fort zu wachsen, und bringen in dem Maße, als die Axe sich verlängert, seitlich neue Blätter hervor.

§. 35. Das Wachsthum einiger Pflanzen ist nur eine länger fortgesetzte Entwicklung dieser Art, und sie bestehen nur aus einer einzigen, mit modifizirten Blättern besetzten Axe. Sehr häufig aber und fast allgemein bei den dicotyledonären Pflanzen zeigen sich an gewissen Stellen des Stengels kleine Auswüchse, die man Knospen nennt, und die ihrerseits bei ihrer Entwicklung genau dasselbe zeigen, was wir bei dem Knöspchen gesehen haben, die Hervorbringung von Blättern um eine sich verlängernde Axe herum. Die Knospe und der aus ihr später entwickelte Zweig unterscheiden sich also von dem mit Blättern besetzten Stengel und dem Knöspchen durch nichts, als daß sie, statt in den Boden, auf dem Stengel stehen. Der erste Ast kann sich seinerseits wieder mit Knospen besetzen, die gegen ihn genau dieselbe Rolle übernehmen, die er gegen den Stengel spielte. Diese Art des Wachsthums, die sich mehr oder minder oft wiederholen kann, und deren Resultat die Verästelung der Pflanze ist, zeigt uns nichts

anderes, als was wir schon in der ersten Entwicklung der Axe des Embryo gesehen haben, und die Entwicklungsgeschichte des letztern ist auch die sämmtlicher Aeste. Uiberall finden wir auf einer Axe Blätter von verschiedener Stellung und Alter, aber immer von derselben Beschaffenheit. Wir wollen die Umwandlungen untersuchen, die die erste Axe allmälig in ihrer Struktur und der ihrer Blätter erlitten hat.

§. 36. Diese Untersuchung zerfällt höchst naturgemäß in 3 Abschnitte: Stengel, Wurzel und Blätter; alle diese drei Organe besitzen aber einen Theil, der ihnen gemeinschaftlich ist; dieß ist eine zarte Hülle, die sich über die ganze Oberfläche der Pflanze ausbreitet, und die man die Oberhaut oder epidermis nennt. Wir wollen uns vor Allem mit ihr bekannt machen.

Oberhaut.

§. 37. Lange Zeit glaubte man, die Epidermis mache eben nur einen Theil des Zellgewebes aus, das sie bedeckt, und sei nichts als eine oder einige Schichten desselben, die durch die Berührung mit der Luft verhärtet und nur wenig verändert seyen. Für einige Pflanzen von sehr einfacher Organisation hat dieß allerdings seine Richtigkeit, bei den meisten anderen aber sind die Zellen, die die Oberhaut bilden, von den unter ihnen liegenden an Form, Größe, Art der Vereinigung und Inhalt so verschieden, daß man heutzutage sie so ziemlich einstimmig als ein eigenes System betrachtet.

§. 38. Wir wollen es zuerst an jenen Organen untersuchen, welche mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommen, am Stengel also und an den Blättern. Man kann die Oberhaut meist mit größerer oder geringerer Leichtigkeit als eine meist farblose, dünne und durchsichtige Membran von den jüngern Theilen der Pflanze ablösen, entweder ohne Weiteres, oder nach einer längern oder kürzern Maceration, durch welche die unter der Epidermis liegende, minder feste Schicht von Zellen zerstört wird. Dauert die Maceration (Einweichung in Wasser oder andere Flüssigkeiten) lange, so wird endlich die Oberhaut selbst auch angegriffen, und man überzeugt sich dann, daß sie aus 2 Schichten besteht. Die äußere, die auch zugleich die festere ist, besteht aus einem zarten, zusammenhängenden Häutchen, das sich über die ganze Oberfläche erstreckt (Fig. 82 p, p); die innere ist die eigentliche Oberhaut und ist aus nebeneinanderstehenden Zellen zusammengesetzt. (Fig. 82 e e.)

§. 39. Gewöhnlich sind die tafelförmigen und einander ziemlich gleichen Zellen in eine einzige gleich dicke Schichte gestellt (Fig. 83, e, e). Sie sind fast immer viel größer als die des unterliegenden Zellgewebes, obgleich man auch Ausnahmen von dieser Regel findet, z. B. beim elastischen Feigenbaum (Ficus elastica), bei einer Art Vogelmilch (Ornithogalum sylvaticum), wo sie viel kleiner sind. Bringt man ein durchsichtiges Stückchen Oberhaut flach ausgebreitet unter das Mikroskop, so erscheinen die Zellen und ihre bald regelmäßigen (Fig. 82), bald unregelmäßigen (Fig. 84), bald von geraden, bald von sehr gekrümmten Linien (Fig. 85) gebildeten Umrisse sehr klar und

deutlich. Im erstern Falle beobachtet man am häufigsten vier- und sechsseitige Figuren.

In den Oberhautzellen kann man die Seitenwände, eine obere und eine untere Wand unterscheiden. Die Seitenwände hängen fest mit denen der Nachbarzellen zusammen, und von dieser engen Vereinigung rührt die Abwesenheit der Zwischenzellengänge und die Festigkeit der Oberhaut her. Diese Zellen sind an den Seiten schwächer als oben und unten, zeigen aber doch daselbst eine bedeutende Stärke. Ihre Höhlungen sind durch etwas breite Streifen geschieden, welche von 2 Linien umschrieben sind, die unter dem Mikroskop etwas dunkler erscheinen, was früher mehrere Beobachter besonders dann zu der irrigen Meinung veranlaßte, als verlaufe ein Geflecht von Gefäßen zwischen den Zellen der Oberhaut, wenn diese von geschlängelten Linien begränzt waren. (Fig. 85.)

Die untere Wand ruht in den gewöhnlichen Fällen, wo die Oberhaut aus einer einzigen Schicht besteht, auf den Zellen des unter ihr liegenden Gewebes und hängt minder fest an sie an. Daher und von dem festen Zusammenhang der Oberhautzellen unter einander rührt es, daß man diese in größern oder kleinern Stücken von dem unterliegenden Zellengewebe loslösen kann. Die obere oder äußere Wand, die mit der Luft in Berührung steht, ist häufig viel dicker als die andern, so daß sie oft die Hälfte der ganzen Zelle einnimmt. (Fig. 94 e). Gemeiniglich ist sie ganz eben, und bildet so die ununterbrochene gleichförmige Ebene der Oberhaut. In andern Fällen aber wölbt sie sich in ihrer Mitte empor, und dann zeigt sich die Oberfläche der Oberhaut unter der Lupe wie warzig oder stachlig (herissée) (Fig. 86 é). Ragt dieser obere Theil der Zelle noch mehr hervor, so bildet sich endlich ein Haar oder andere ähnliche Organe (Fig. 87 p). Die nähere Untersuchung dieser aber verschieben wir bis auf ein Weiteres, indem sie uns nur von unserem Gegenstande ableiten würde.

§. 40. S p a l t ö f f n u n g e n oder S t o m a t i e n. Die ganze Oberfläche der Oberhaut ist überall da, wo sie mit der Luft in Berührung kömmt, in gewissen Zwischenräumen mit Punkten besetzt, die unter einer stärkern Vergrößerung sich als Unterbrechungen des Zusammenhanges zeigen, die mit einem Wulst umgeben sind. Man nehme z. B. ein Stückchen Oberhaut von der d e u t s c h e n S c h w e r t - l i l i e (Iris germanica), so wird man sie auf ihrer äußern Oberfläche aus Sechsecken zusammengesetzt finden, die nach der Richtung des Blattes sehr verlängert, und in geraden Querreihen sehr eng an einander gereiht sind. (Fig. 82). Zwischen die aneinanderstoßenden kurzen Seiten der Sechsecke, die in einer Reihe liegen, schalten sich kleine Körperchen von ovaler Form ein (s, s), die in der Mitte eine längliche Spalte haben, welche von einem erhabenen Rande umgeben ist. Dieser erhabene Rand besteht nicht aus einem einzigen Stücke, sondern er ist aus zwei bogigen Stücken zusammengesetzt, die ihre gewölbte Seite nach außen kehren und mit ihren beiden Enden an einander stoßen. Man hat sie mit Lippen und die zwischen ihnen liegende Spalte mit einem Munde verglichen. Daher rührt der Name S t o m a t i e n (von στόμα, Mund), mit denen man diese Organe be-

zeichnet, die im Allgemeinen den hier dargestellten der Schwertlilie ähnlich sehen. Wir wollen uns hier nicht mit der Beschreibung der Zwischenformen aufhalten, die man zwischen einer ganz runden und einer außerordentlich in die Länge gezogenen ovalen findet. Dieselbe Spaltöffnung kann man übrigens verschiedene Gestalten annehmen sehen, je nachdem sie feucht oder trocken ist. Davon überzeugt man sich unter dem Mikroskope leicht, wenn man die beiden Hälften ein und desselben Fetzens, die eine naß, und die andere trocken untersucht. Bei der erstern sind Wülste oder Lippen der Spaltöffnungen angeschwollen, stärker gekrümmt und die Spalte zwischen ihnen klaffend, in der letztern sind sie eingelaufen, einander genähert und an einander liegend. Es ist leicht einzusehen, daß im Leben der Zufluß von Säften stets den erstern Zustand herbeiführen, die Spaltöffnungen offen erhalten und so die freie Kommunikation zwischen der Atmosphäre und den von der Oberhaut bedeckten Theilen herstellen wird.

§. 41. Die Spaltöffnungen finden sich nicht in gleicher Weise auf allen mit der Luft in Berührung stehenden Theilen der Pflanze; auf den Blättern sind sie am zahlreichsten, besonders auf ihrer Unterseite. Ihre Zahl ändert nach der Pflanzenart sehr ab, und man findet ihrer wie natürlich desto mehr, je kleiner sie sind. Um diese Verschiedenheiten durch Beispiele anschaulich zu machen, wollen wir die ohngefähren Zahlen der Spaltöffnungen auf den Blättern einiger Pflanzen aufführen, wie sie uns einige Beobachter angeben.

Folgende Zahl der Spaltöffnungen ergab die Zählung auf einem Quadratzoll der Blätter von:

	Obere Fläche.	Untere Fläche.
1. der Eichenmistel (Viscum album) . . .	200	200
2. der deutschen Schwertlilie (Iris germanica)	11572	11572
3. der Gartennelke (Dianthus caryophyllus)	38500	38500
4. dem Froschlöffel (Alisma Plantago) . .	12000	6000
5. der kletternden Cobäa (Cobaea scandens)	0	20000
6. dem spanischen Flieder (Syringa vulgaris)	0	160000.

Diese kleine Zahl von Beispielen, die wir aus einer großen Menge ausgesucht haben, genügt, um zu zeigen, welcher Unterschied in der absoluten Zahl der Spaltöffnungen auf Blättern verschiedener Pflanzen, und in der relativen auf den beiden Flächen ein und desselben Blattes statt finde. Dieses letzte Verhältniß ist der genaue Ausdruck des Unterschiedes, den man zwischen den beiden Flächen eines Blattes finden kann, wie wie später sehen werden.

§. 42. Die Stellung der Spaltöffnungen ist eben so veränderlich, als ihre Zahl. Bald scheinen sie ohne alle Ordnung umhergestreut zu seyn (Fig. 84. s, s, s.), bald stellen sie sich in gerade Reihen, und dieß gewöhnlich dann, wenn die Zellen der Oberhaut dieselbe Stellung einnehmen (Fig. 82). Manchmal sind diese Reihen durch gleiche Zwischenräume getrennt, ein andermal nähern sich je 2 oder 3 Reihen, dann kömmt ein breiter Streif ohne Spaltöffnungen, dann wieder einer mit solchen Reihen. In allen diesen Fällen und überhaupt in der Regel stehen die Spaltöffnungen immer etwas entfernt von einander; zuweilen aber, obwohl selten stehen, sie gruppenweise

nahe beisammen, während die übrige Fläche des Blattes zwischen den einzelnen Gruppen gar keine zeigt. (Fig. 88). Die Familie der Proteaceen, der Begoniaceen (Schiefblätter) und der Saxifragen (Steinbreche) zeigen mehrfache Beispiele dieser eigenthümlichen Stellung.

§. 43. Die Stellung der Spaltöffnungen bezüglich der Oberfläche der Oberhaut selbst ist eben so wenig stets dieselbe. Diese wird aber nicht durch die Untersuchung abgezogener und ausgebreiteter Oberhautfetzen ersichtlich. Um sie zu sehen, muß man sehr feine Schnitte senkrecht auf die Oberfläche des Blattes und durch eine Spaltöffnung durchführen; dieß ist nicht schwierig, wo diese etwas größer sind, und der Zufall fügt es sicher einmal so, wenn man sich nur die Mühe nicht verdrießen lassen will, mehrere Schnitte zu machen. Durch eben diese Schnitte allein kann man auch nur die Uiberzeugung gewinnen, daß in manchen Fällen die Oberhaut aus mehreren über einander gelegten Schichten besteht (Fig. 86 und 92 e), und die Form der Zellen bestimmen, von denen man sonst nichts, als den Umriß der äußern oder obern Wand sieht. Aus solchen an verschiedenen Pflanzen gemachten Schnitten ersieht man denn, daß die Zellen, welche die Spaltöffnungen bilden, nicht immer unter den gleichen Verhältnissen zu den übrigen Oberhautzellen sich darstellen. Oft liegen sie mit denselben in gleichem Niveau, oft aber sind sie mehr oder minder tief unter denselben eingesenkt, entweder weil sie an und für sich tiefer liegen, als diese (Fig. 89 und 91 s), oder weil sie trotz ihres Nebeneinanderstehens ein kleineres Volumen besitzen als diese, und dadurch unter die Ebene zu stehen kommen. Mitunter geschieht es, daß diese Einsenkung relativ noch größer wird durch das Hervorragen der obern Wände der benachbarten Zellen, die einen freien Vorsprung (rébord) oder Randleiste um die kleine zisternenförmige Vertiefung bilden, auf deren Grund die Spaltöffnung liegt (Fig. 89 und 91 m, m). Diese Randleiste kann selbst vorhanden seyn, ohne daß die Spaltöffnungszelle tiefer steht, oder sie kann auch zur Spaltöffnung selbst gehören. Es ist klar, daß mancherlei Täuschungen entstehen können, wenn man die Stomatien nicht in einem senkrechten Durchschnitt, sondern an einem horizontal liegenden Lappen der Oberhaut von oben herab beobachtet, und daß sie dann nicht mehr unmittelbar, sondern durch diesen vorspringenden Rand oder durch die benachbarten Zellen durch gesehen, nothwendigerweise ein falsches Bild geben müssen. Dieß gab die Veranlassung, daß man den Stomatien so viele und verschiedenartige Formen beilegte, die sie in Wirklichkeit nicht besitzen.

§. 44. Wenn die Stomatien gruppenweise stehen, so findet man diese Gruppen gewöhnlich in einer Vertiefung, die man anfänglich leicht für die Stomatien selbst genommen hatte. Dieß ist z. B. der Fall bei den Blättern des Oleanders (Nerium Oleander). Ihre Oberseite entbehrt der Spaltöffnungen gänzlich, auf ihrer Unterseite sieht man in gewissen Zwischenräumen Löcher oder Vertiefungen, die oben mit Haaren rings besetzt und viel enger sind als unten. Auf dem Boden dieser Vertiefung, unter einer Menge Haare versteckt, findet man die sehr kleinen, aber sonst in Nichts abweichenden Spaltöffnungen.

§. 45. Welches ist nun die wirkliche Natur der Stomatien? Darüber gab es und gibt es noch manche Meinungsverschiedenheit; dieß zeigen schon die Namen, die man ihnen gegeben hat. Man hat sie genannt: verlängerte, aushauchende Rinden-Poren, hirsekornförmige (miliaires) Rinden-, Oberhaut-Drüsen. Sollten es wirklich Drüsen seyn? Aber man versteht unter diesen Organe, die der Sitz der Bereitung irgend eines besondern Stoffes sind, während die sorgfältigsten Untersuchungen nichts dergleichen in einer Stomatie gezeigt haben. Zuweilen sah man allerdings ein Exsudat in der Spalte; eine genauere Untersuchung ergab aber bald, daß sein Ursprung nicht in den beiden die Spalte begränzenden Wülsten, sondern in andern näher oder ferner liegenden Theilen zu suchen war. Die beiden Wülste sind in ihrem Innern hohl (Fig. 83 und 84 s), und enthalten Kügelchen oder Körnchen, die bald farblos, bald von Chlorophyll grün gefärbt sind. Offenbar sind sie also Zellen, deren Inhalt so ziemlich derselbe ist, wie bei den unmittelbar unter der Oberhaut liegenden Zellen; und zöge man sie nicht immer mit der Oberhaut ab, so könnte man glauben, sie gehören weit weniger zu dieser als zu dem darunter liegenden Zellengewebe. Wir haben eben erwähnt, daß sie ihnen Bezugs ihres Inhaltes gleichen; sie nähern sich ihnen aber auch oft sehr in der Form, während sie darin von den Oberhautzellen gewaltig verschieden sind, welche übrigens gewöhnlich eine durchsichtige Flüssigkeit enthalten, und in Folge dessen je nach der größern oder geringern Dicke ihrer Wände trüb, weiß oder durchsichtig sind.

§. 46. Bisher haben wir die Oberhaut derjenigen Pflanzentheile untersucht, die mit der Luft in Berührung kommen, und die niedern Pflanzen hiebei außer Acht gelassen. Bei den Pilzen, Moosen u. s. f. kann man aber auch nicht sagen, daß eine Oberhaut eigentlich existire; indem das Gewebe, welches die Pflanze bildet, sich an der Oberfläche wenig oder gar nicht modifizirt. Die akotyledonären Pflanzen von höherer Organisation, wie die Lykopodien (Bärlapp) und die Farrenkräuter sind rücksichtlich ihrer Oberhaut mit den Kotylodonarpflanzen zu vergleichen, indem diese einen ähnlichen Bau und Spaltöffnungen besitzen. Die Wasserpflanzen haben sowohl keine Spaltöffnungen, als auch keine Oberhaut, und dieß findet nicht allein bei den Algen statt, die vermög ihrer sehr einfachen Organisation auf den tiefsten Stufen des Pflanzenreiches stehen, sondern auch bei Pflanzen, die man nothwendigerweise den höchst entwickelten beizählen muß. Das Mittel, in welchem die Pflanze lebt, entscheidet über die An- oder Abwesenheit der Oberhaut. Dieß ist so wahr, daß man bei den Blättern, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, auf der obern Seite, die mit der Luft in Berührung bleibt, eine Oberhaut sammt Spaltöffnungen findet, die auf der untern, in's Wasser getauchten hingegen gänzlich fehlt.

§. 47. Die Wurzeln, die ebenfalls, wenn auch nicht vollkommen der Berührung der Luft entzogen sind, ermangeln auch der Stomatien (Fig. 87), und ihre Oberhaut ist im Allgemeinen da, wo sie sich noch erkennen läßt, weit weniger als am Stengel von den unter-

liegenden Zellengewebe unterschieden; oft aber verschwindet dieser Unterschied ganz.

§. 48. Das Häutchen. Wir haben gesagt, daß eine längere Maceration die Oberhaut in zwei Schichten trennt, deren eine innere — die eigentliche Oberhaut, die wir so eben besprochen haben — von der andern, dem Häutchen, allenthalben überzogen wird. Dieß kann man an den Kohlblättern sehr gut sehen (Fig. 93), wo das Häutchen, das man leicht abziehen kann, vollkommen nach der Oberhaut geformt ist, sogar über die Haare ein Futteral oder eine Scheide (p, p,) bildet, und für jede Spaltöffnung entsprechende Schlitze hat. (f, f.) Dieses Häutchen ist eine zusammenhängende Membran, die man nur in kleinen Stückchen lostrennen kann. Auf der Unterseite der Blätter zeigt sie öfter Spuren einer netzförmigen Zeichnung; dieß sind aber nichts als die Eindrücke, die die obere Fläche der Oberhautzellen (p), mit der sie in Verbindung stand, zurückgelassen hat.

Das Häutchen ist im Pflanzenreiche fast noch allgemeiner verbreitet, als die Oberhaut selbst. Man hat seine Gegenwart an den niedrigsten Pflanzen und an den Wassergewächsen nachgewiesen, denen eine eigentliche Oberhaut fehlt, so daß mehrere Autoren ihm den Namen Oberhaut beigelegt wissen wollten. Seine Allgemeinheit und sein ungestörter Zusammenhang bewogen H. Mohl zur Aufstellung einer höchst sinnreichen Theorie, die sich an eine andere schon früher (§. 15) erwähnte dieses ausgezeichneten Phytotomen anknüpft. Man wird sich erinnern, daß er das Daseyn eines zwischen die einfachen Organe ergossenen Stoffes behauptet, der als Bindemittel dient, und mit ihnen ein zusammenhängendes Ganzes in der Pflanze bildet, während alle diese Organe, Gefäße, Fasern und Zellen bestimmt und deutlich sind. Das Häutchen wäre nun nach ihm nichts anderes, als eben diese Zwischenzellensubstanz, die einen allgemeinen Uibergang bildet, indem sie sich eben so der gesammten Oberfläche anschmiegt, wie sie es an die Wände sämmtlicher Organe that. Meyen im Gegentheil glaubt, daß das Häutchen eine künstlich und mit Gewalt getrennte Platte von der obern Wand der Zellen ist, welche sich wie alle Zellenwände durch Uibereinanderlagerung mehrerer Schichten verdickt habe, deren oberste nun durch die Maceration sich als Häutchen loslösen lasse. Er läugnet somit einen eigentlichen ununterbrochenen Zusammenhang dieser Membran, die hiernach aus einer Menge genau verbundener kleiner Abschnitte gebildet seyn müßte. Uibrigens erklärt er aber hiebei nicht den Fall, wo es ein Häutchen ohne Oberhaut gibt, und wo doch die oberste Wand der äußersten Zellen nicht wohl stärker sein kann, als ihre übrigen Wände, wie z. B. in den Laichkräutern (Potamogeton).

Ad. Brongniart, dem man die ausführliche Kenntniß des Häutchens verdankt, spricht sich über seinen Ursprung nicht aus. Er weist bloß, und dieß mit einigen Zweifeln, auf die Möglichkeit hin, daß es aus Körnern zusammengesetzt sey, weil es in vielen Pflanzen auf seiner innern Fläche eine sehr deutlich körnige Textur zeige, was aber wieder bei vielen andern nicht Statt findet.

Kommen wir nun auf die Fundamentalorgane zurück, deren allgemeinen Uiberzug wir jetzt untersucht haben.

§. 49. Wir sahen die Axe der jungen Pflanze sich nach zwei entgegengesetzten Richtungen entwickeln, und wir nannten den obern Theil, der die Blätter trägt, im Allgemeinen nach aufwärts strebt und mit der Luft in Berührung steht, Stamm oder Stengel (bei krautartigen Pflanzen), den untern, der keine Blätter hat, und zumeist in die Erde dringt, Wurzel. Der gemeinschaftliche Ausgangspunkt beider, in dem sie sich begegnen und vereinigen, hieß Wurzelhals (collet, collum) oder Lebensknoten (noeud vital), weil man ihn gleichsam als den Mittelpunkt und Herd des Pflanzenlebens betrachtete, und ihm eine Wichtigkeit beilegte, die er in Wirklichkeit nicht besitzt. Man nannte ihn auch Einschnürung (coarcture), weil eine solche oft in der zarten Jugend der Pflanze seinen Ort andeutet. Später pflegen alle derartigen Kennzeichen zu verschwinden, und es hält nach einigen Jahren sehr schwer, die eigentliche Stelle des Wurzelhalses zu bezeichnen.

Wir wollen zuerst die beiden Theile der Axe, Stamm und Wurzel, und dann die seitlichen Organe des Stammes, die Blätter, untersuchen.

Stamm oder Stengel.

§. 50. Je nachdem der Embryo ein akotyledoner, mono- oder dikotyledoner war, zeigt der entwickelte Stamm in seinem Bau solche Verschiedenheiten, daß eine gemeinschaftliche Untersuchung aller Modifikationen nur verwirrend werden müßte, und es nöthig wird, die drei Arten abgesondert vorzunehmen. Wir wollen mit dem der Dikotyledonen beginnen, indem er uns den sichersten Ausgangspunkt und die besten Vergleiche liefert. Alle unsere Bäume besitzen einen solchen, und es kann der Lernende stets sie leicht zum Gegenstande seiner Studien machen, indem es keine Schwierigkeit hat, sie in allen Entwicklungsstadien und unter den verschiedenartigsten Umständen zu beobachten.

Stamm der Dikotyledonen.

§. 51. Im Embryo war der kleine Stamm so wie alle andern Theile aus Zellgewebe zusammengesetzt. Später oder früher während der Keimung fingen einige der Zellen an, sich zu Fasern auszudehnen, zu Gefäßen zu organisiren, und immer zahlreicher werdend sich zu mehreren Bündeln zu vereinigen (Fig. 94 f f), welche in einem Kreise stehen. Dieser Kreis umgibt einen andern centralen, ganz aus Zellen bestehenden, welcher das Mark ist (m), und ist selbst wieder außen von einem andern Kreis umgeben, der ebenfalls zellig ist (p c) und zur Rinde gehört; die Bündel sind durch Streifen von Zellgewebe getrennt (r), welche einen Zusammenhang zwischen dem Marke und der Rinde herstellen, und welche die ersten Markstrahlen darstellen.

§. 52. Anfangs sind diese Streifen, die natürlich in gleicher Zahl mit den Bündeln vorhanden sind, sehr breit. Etwas später sind sie schmäler und zahlreicher, weil sich in ihrer Dicke (Fig. 95) neue Bündel (f'' f'') entwickelt haben, die sich zwischen die ersten (f' f') ein-

schoben. Noch später aber sind die Bündel so zahlreich geworden, und stehen so nahe an einander, daß sie einen geschlossenen Kreis bilden, durch den die Markstrahlen nur als sehr feine Linien durchsetzen. Der Stamm ist dann von innen nach außen folgendermaßen zusammengesetzt: 1) Das Markgewebe, 2) der Faser-Gefäß-Kreis, 3) das (zellige) Rindengewebe, 4) die Oberhaut.

§. 53. Der Stengel der einjährigen krautartigen Gewächse bleibt gewöhnlich bei dieser, oft noch bei einer frühern Entwicklungsstufe stehen. Das Mark und die Markstrahlen sind im Verhältniß zum fibrös-vaskulösen (fasrig-gefäßigen) Theil sehr groß.

§. 54. Der Stamm der holzigen Pflanzen, die mehrere Jahre leben, erfährt weitere Veränderungen. So lang er aber noch jung ist, läßt er sich dem der einjährigen Pflanzen ganz an die Seite stellen; er ist krautartig, und zeigt dasselbe Verhältniß in seinen Theilen, außer daß der fibrös-vaskulöse Kreis bei Zeiten vollkommener und fester ist. Ein einjähriger Ast von einem unserer Bäume ist somit sehr geignet, um alle früher beschriebenen successiven Veränderungen daran wahrzunehmen. Er wächst in die Länge, so daß sein unterster Theil der älteste und ganz ausgebildet ist, was beim obersten jüngsten nicht Statt findet. Auf diese Weise zeigt er in verschiedener Höhe dieselben Unterschiede, die mehrere Stengel derselben Pflanze in verschiedenen Entwicklungsstadien zeigen würden, vom Embryonal-Zustand an, den der Gipfel vorstellt, bis zur Vollendung des dießjährigen Wachsthumes, den man an der Basis findet. Vergleicht man zarte Querdurchschnitte, die man in verschiedenen Höhen des Zweiges gemacht hat, so wird man sich leicht und schnell über die während seines Wachsthums vorgegangenen Veränderungen vergewissern. Der Zustand der Basis wird seinerseits als Ausgangspunkt für die Veränderungen dienen, die im folgenden Jahre Statt finden werden, oder mit andern Worten, die man in einem zweijährigen Zweige findet.

§. 55. Wir wollen nun zur genaueren Untersuchung eines einjährigen Stengels schreiten, und größerer Faßlichkeit willen ein bestimmtes Beispiel wählen, einen Zweig des gemeinen Ahorns, dessen sämmtliche Theile in hinreichender Vergrößerung dargestellt werden sollen, um ihren Bau mit Deutlichkeit erkennen zu können.

Nehmen wir einen feinen Querschnitt vom obern Theil des Zweiges, da wo er etwa 1 $^1/_2$ Millimeter *) Durchmesser hat (Fig. 96). Sein Umriß ist ein Kreis oder unvollkommenes Sechseck. Das Mark (m), das in der Mitte liegt, hat die Hälfte des ganzen Durchmessers, oder sogar mehr. Gegen die Mitte zu ist es aus großen, lose vereinigten, durchsichtigen, dodekaëdrischen oder sphäroidischen Zellen zusammengesetzt; gegen den Umfang zu werden sie immer kleiner (Fig. 97 m) und färben sich dabei grün, so daß der Umfang des Markes als ein ziemlich dunkelgrüner, aus kleinen und eng stehenden Zellen zusammengesetzter Streif erscheint, von welchem aus die gleichfärbigen Mark-

*) = $^3/_5$ Linien: Ist wohl ein Druckfehler und soll ein größeres Maß bedeuten, indem es so dünne Ahornzweige gar nicht gibt.

strahlen (rm) ausgehen, die den fibrös-vaskulösen Ring, der das Mark koncentrisch umgibt, in viele Bündel theilen. Diese Bündel (fb) unterscheiden sich von dem Marke durch ein viel festeres Gewebe.

Jedes solche Bündel hat die Form eines abgestumpften Keils oder Zwickels (Dreiecks). So wie man nur einen Blick auf ihren horizontalen Durchschnitt wirft, erräth man sogleich, daß sie aus verschiedenen Elementarorganen zusammengesetzt seyn müssen, indem man mitten in einem festen Gewebe voll kleiner Löcher andere große, weit offene Oeffnungen wahrnimmt. Sucht man nun die einzelnen Theile zu bestimmen, indem man entweder einen sehr feinen und darum durchsichtigen Schnitt unter starker Vergrößerung und mit von unten einfallendem Lichte betrachtet, oder sie mit einer feinen Nadel aus einander zu zerren trachtet, so sieht man, daß diese großen Oeffnungen Gefäßen angehören (Fig. 97 vp), und daß das übrige Gewebe, das beinahe solid erschien, aus Fasern (fl) von mittlerer Länge besteht, deren Wände so stark und deren innere Höhlungen so eng sind, daß sie auf dem Schnitte nur als kleine Punkte erscheinen können. Sie stehen größtentheils in Reihen, die vom Mark als ihrem Centrum strahlenförmig divergirend ausgehen. Die Gefäße sind nicht alle gleicher Art; die größten und äußersten sind punktirte (vp), während die innern, die mit dem Mark unmittelbar in Berührung stehen, abrollbare Spiralgefäße sind (t). Sie nehmen im Stengel stets diese und keine andere Stelle ein, und sind die ersten unter den Gefäßen, die sich ausbilden. Diese Vereinigung von Spiralgefäßen und Fasern, die die zuerst gebildeten Partien des Holzes ausmachen und das Mark rings umgeben, nennt man die Markscheide (corona, etui medullaire). (Fig. 96 c, m.)

§. 56. Außen an den Gefäß-Faserbündeln bemerkt man eine andere Anhäufung von Fasern (Fig. 96 u. 97 fc) von matter weißlicher Farbe, die in Form eines Halbmondes vereinigt sind, der seine konkave Seite nach innen kehrt. Dieser Halbmond ist von den andern Bündeln durch einen Streif grünlichen Zellengewebes geschieden (c). Dieser Streif verdient unsere volle Aufmerksamkeit, indem er es ist, der das Holz von der Rinde trennt und später der Sitz neuer Schichtenbildung wird, von der das Zunehmen des Stengels in die Dicke und in die Länge abhängt. Die Fasern, die er vom Holze scheidet, sind die Bastfasern, die viel länger und zäher als die Holzfasern sind.

In dem Augenblick, als man einen jungen Ahornzweig entzwei schneidet, sieht man einen weißlichen milchartigen Saft hervordringen. Er kömmt aus der Rinde, unmittelbar neben und außerhalb der Bast-Faserbündel, und eine genauere Untersuchung läßt alsbald dort ein System von Lebenssaftgefäßen entdecken (Fig. 96 u. 97 v l).

Noch mehr nach außen finden wir nichts mehr als die Zellen, die das Rindenparenchym ausmachen. Es ist mit einem röthlichen Häutchen überzogen; dieß ist die Oberhaut (e p), die aus einer einzigen Schicht Zellen besteht, und auf ihrer ganzen Oberfläche mit einem feinen weißlichen Flaum (duvet) überzogen ist. Wir haben die Bildung dieser feinen Haare, die nichts sind als anders geformte Ober-

hautzellen, schon früher angedeutet. Unter ihr finden wir mehrere Schichten würfelförmiger oder verlängerter Zellen (so wie die der Strahlen, nur in horizontaler Lage), die in ihrer Form und Farbe von den Oberhautzellen etwas verschieden sind. Die äußersten nehmen noch etwas an der röthlichen Färbung dieser Theil, die innern sind aber mehr braun. Innerhalb des braunen Ringes findet man einen andern grünen (Fig. 96 u. 99 ec), dessen Zellen mit Chlorophyll gefüllt sind. Diese unterscheiden sich nicht allein durch ihre Farbe, sondern auch durch ihre mehr rundliche oder vieleckige Gestalt. Sie sind auch viel weniger regelmäßig gestellt, indem sie keine concentrische Schichten bilden. Wir sehen also, daß man im Rindenparenchym zwei Systeme unterscheiden kann, das äußere mit rechtwinkligen und bräunlichen Zellen, welches Mohl die Korkhülle oder Schichte (Außenrinde) nannte (p), und das innere grüne, dem der Name zellige Hülle verblieb (auch Innenrinde), unter welchem man sonst beide Schichten verstand, ohne sie zu unterscheiden.

In dieser zelligen Hülle sieht man die eben so gefärbten Markstrahlen (rm) sich endigen. Sie werden von einer oder mehreren Schichten von Zellen gebildet, welche durch den seitlichen Druck der Holzbündel (Gefäßbündel) zusammengepreßt und in der Richtung des Strahles verlängert mit einander dünne Platten bilden. Man hat das Gewebe dieser Platten auch mauerförmiges Gewebe genannt, indem man es mit einer Mauer verglich, deren Steine durch die über einander gelegten Schichten flacher parallelopipedischer Zellen dargestellt würden.

§. 57. Ein einjähriger Zweig eines Ahorns, und der meisten anderen unserer Bäume, nur mit leichten Abänderungen, zeigt uns also vor Allem zwei deutlich geschiedene Systeme, ein inneres oder Holzsystem, und ein äußeres oder Rindensystem, die von einander durch eine zellige Schichte getrennt sind.

Das Holzsystem selbst besteht aus dem Mark im Mittelpunkte und einem äußern Ring von fibrösvaskulösen Bündeln, welche gebildet werden: 1) zu innerst von den zuerst entwickelten Spiralgefäßen, die sich unmittelbar an's Mark anschließen und, um dasselbe herum mit einigen Fasern untermengt, die Markscheide darstellen, und 2) nach außen von einer Anhäufung von Fasern mit einigen Spiralgefäßen anderer Art vermischt.

Das Rindensystem unterhalb der Oberhaut hat drei unterschiedene Schichten, die zwei äußern zelligen, die Oberhaut, und die eigentliche zellige Hülle, auf deren Gränze sich die Lebenssaftgefäße verbreiten, und die innere fasrige Bastschichte, in welche diese Gefäße ebenfalls theilweise eindringen.

§. 58. Wir wollen nun alle diese so eben bestimmten Theile in einem zweijährigen Zweige vergleichen (Fig. 98). Der schmale Ring, den wir zwischen dem Holz- und dem Rindensysteme entdeckten, zeigt sich im Frühjahre nur sehr schmal und mit einer fast flüssigen Gallerte erfüllt. Diese Gallerte verdickt sich allmälig, und alle Beobachter erkannten darin einstimmig die Organisation eines entstehenden Zellgewebes, obwohl sie über die Art der Bildung noch in einigem Streit

sind, was sich leicht begreifen läßt, wenn man die außerordentliche Zartheit und den halbflüssigen Zustand des zu untersuchenden Gegenstandes bedenkt. So viel ist gewiß, daß dieß Gewebe es ist, in welchem sich später sämmtliche Elementarorgane entwickeln, die denen eines einjährigen Astes gleichen; daher rührt der Name Cambium, den man ihm gegeben hat, um damit seine Fähigkeit zu bezeichnen, sich in alle diese Organe zu verwandeln.

Nach einiger Zeit sieht man auch wirklich, daß sich daselbst zwei Ringe von neuen Zellen gebildet haben, einer von Rindenzellen (f. c.), der andere von Holzzellen (f. l), gewöhnlich sehr ähnlich den Ringen des ersten Jahres, an die sie sich anlegen, und so zu sagen nach ihnen abmodeln: die Bastschicht, die wie die innerste Schicht der Rinde, mit der sie in Verbindung steht, aus Fasern gebildet ist — die Holzschicht, aus Fasern und Spiralgefäßen, wie die äußere Partie des fibrös-vaskulösen Bündels, an das sie anstößt; mit der innern Partie dieser Bündel der Markscheide hat sie nichts gemein, indem man niemals eigentliche Spiralgefäße (trachées) darin antrifft. Der Theil des Cambiumringes, der den Markstrahlen entsprach, bildet sich eben so aus, wie das früher bestandene und mit ihm in Berührung gewesene Gewebe derselben, indem es zellig bleibt, so daß sich der Markstrahl ohne Unterbrechung und ohne Veränderung quer durch die neuen Schichten fortsetzt.

Was in diesem zweiten Jahre geschehen ist, geschieht auch im dritten und in allen folgenden. Jedes Jahr erzeugt zwischen dem im vorigen entstandenen Holze und der Rinde eine neue Schicht von Holz und Rinde, und so hat man nach einigen Jahren eine gewisse Zahl koncentrischer Schichten. Die Holzschichten sieht man sehr deutlich, und sie bilden zusammen fast die ganze Dicke des Astes, während die Rindenschichten sehr schwach und schwer von einander zu unterscheiden sind, und nur einen verhältnißmäßig sehr dünnen Ring bilden.

§. 59. Die Veränderungen, die wir in diesem Ahornzweig als Beispiel gesehen, hätte uns auch der größte Theil unserer anderen Bäume gezeigt, und er kann so ziemlich als Muster aller Dikotyledonen dienen. Indessen wollen wir doch die Thatsachen, auf die wir uns an diesem einzelnen Beispiele beschränken mußten, nun ergänzen, und jeden Theil, den wir an ihm unterscheiden lernten, auch in allen seinen Veränderungen an anderen Pflanzen studiren. Die Gewächse unserer Klimate, die dem regelmäßigen Wechsel der Jahreszeiten ausgesetzt sind, und lange Zeit der vorzüglichste, fast der einzige Gegenstand botanischer Studien waren, sollen auch uns vorerst allein beschäftigen. Nachdem wir ihren Stamm, den man gewissermaßen als Muster ansehen kann, hinlänglich untersucht haben, wollen wir einen flüchtigen Blick der Vergleichung auf diejenigen Dikotyledonen werfen, deren Stamm mehr oder minder bemerkenswerthe Verschiedenheiten darbietet, und die als Bewohner tropischer Gegenden nur erst seit kurzer Zeit durch Reisende einer oberflächlichen Untersuchung unterzogen wurden, und daher noch nicht vollkommen bekannt sind.

Wir werden erst das Holzsystem, dann das Rindensystem abhandeln; unter dem ersten das Mark, das Holz und die Markstrahlen, unter dem zweiten die Faserschichten oder den Bast, und die zwei Zellenschichten.

Holzsystem.

§. 60. Mark. Wir haben gesehen, daß das Parenchym, aus dem der Stamm anfänglich allein gebildet war, späterhin durch den Holzring in zwei Abtheilungen getheilt wird, deren eine, die centrale, den Namen Mark annimmt; das von uns gewählte Beispiel (der Ahorn) zeigte uns es aus Zellen zusammengesetzt, die vom Centrum aus gegen die Peripherie immer kleiner werden, und dabei eine grüne, immer dunkler werdende Farbe annehmen. Die äußern strotzen von Säften, welche den innern gänzlich fehlen, und an diesem Unterschiede erkennt man leicht, daß sie ein viel energischeres Leben besitzen, und also viel jünger sind. Nach und nach nimmt die Lebenskraft ab, und nach dem ersten Jahre sieht man das Mark durchaus gleich gefärbt, gewöhnlich weiß, zuweilen auch anders (gelblich oder bräunlich). Seine Zellen enthalten nichts als Luft, und das Leben scheint in ihnen völlig aufgehoben; oft zerreißen sie auch, und größere oder kleinere Lücken zeigen sich im Centrum. Dieß geschieht oft vor der Periode des Absterbens, besonders in einjährigen Pflanzen, die ein sehr großes Mark und einen sehr schnellen Wachsthum besitzen. Im ersten Jahre, und besonders bei ihrer Entwicklung mußten sie nothwendigerweise eine sehr bedeutende Lebenskraft besitzen, und diese konnte wohl auch noch eine geraume Zeit fortwirken. Die Verdickung ihrer Wände und ihre Punktirung liefern den Beweis dafür, indem beide nicht ohne Bildung neuer Schichten im Innern sich zeigen können.

Das Mark bildet im Centrum des Stengels eine Säule, deren Form sich durch einen horizontalen Schnitt von selbst ergibt. Im Anfang war es ein Stern, da die Holzbündel zwischen sich dreieckige Räume frei ließen, die mit dem noch grünen Marke ausgefüllt wurden. Diese Sternform bleibt oft, oft aber verwandelt sie sich in einen Kreis, oder in ein Vieleck (Polygon) von mehr oder weniger Seiten. Zuweilen sind deren nur viere, und es stellt ein Quadrat oder ein Rechteck vor, wie z. B. bei der Linde und vielen kletternden Bignonien, manchmal gar nur ein Dreieck, wie beim Oleander oder der Lorbeerrose (Nerium Oleander), manchmal auch ganz auffällige und seltsame Formen, wie z. B. die eines Kreuzes in einigen Bauhinien.

Man meinte, daß diese Form des Markes mit der des Stengels oder mit der Stellung der Blätter, und somit der Aeste zusammenhinge, allein dieser sehr wahrscheinlichen Annahme, die sich auf einige Beispiele gründete, widersprachen wieder Andere. So kann man z. B., um nicht die von uns noch nicht besprochene Blattstellung hier zu erwähnen, in einem vieleckigen Stengel ein cylindrisches Mark finden. Uibrigens hat das Mark nicht einmal in verschiedener Höhe des Stengels dieselbe Form.

Sein Durchmesser kann ebenfalls wechseln, und dieß selbst in

Zweigen von gleicher Dicke. Es frägt sich, wechselt er auch je nach den verschiedenen Zeitpunkten an derselben Stelle, und verkleinert oder vergrößert er sich mit dem Alter? In der ersten Jugend des Stengels können Veränderungen Statt finden. Durch die Vermehrung der Zellen und durch die Vergrößerung der einzelnen muß das Mark größer werden; später wenn die Holzbündel sich ihrerseits entwickeln, können sie sich ebenfalls nach allen Seiten ausdehnen, und dadurch das Mark ein wenig zusammendrängen. Aber es kömmt dann ein Zeitpunkt, wo das Gleichgewicht zwischen beiden hergestellt ist, und wo sein Umfang unveränderlich bleibt; davon kann man sich überzeugen, wenn man einen alten und einen jungen Ast vom Hollunder (Sambucus nigra) mit einander vergleicht. Lange Zeit glaubte man, es müsse, immer mehr vom Wachsthume des Holzes zusammengedrängt, endlich völlig verschwinden; dieß ist aber eine Täuschung, die von dem verhältnißmäßig sehr kleinen Durchmesser des Markes in großen Stämmen herrührt, wo es bei oberflächlicher Betrachtung zu fehlen scheint, aber doch vorhanden ist.

Wir haben gesagt, es sey nur aus Zellen zusammengesetzt. Indessen findet man doch zuweilen einzelne fibrös-vaskulöse Bündel darin zerstreut, besonders in Pflanzen, die sich durch ein sehr schnelles und kräftiges Wachsthum zu Dimensionen entwickeln, die in ihrer Familie ungewöhnlich sind, wie z. B. bei dem Steckenkraut (Ferula). Aehnliche und bleibende Bündel findet man auch in den Pfefferarten (Piper). Die Zusammensetzung dieser Bündel, deren Gefäße abrollbare Spiralgefäße sind, scheint darauf zu führen, daß sie nichts anderes seyen, als Theile der Markhülle, die sich von ihr losgetrennt, und nach innen gewendet haben. In Gesellschaft dieser Spiralgefäße sieht man auch Fasern und oft sogar Lebenssaftgefäße. Die Gegenwart der Letztern im Marke ist eine viel häufigere Erscheinung als die anderer Gefäße, wie z. B. im Attichhollunder (Sambucus Ebulus) und dem Feigenbaume, aus deren Mark man beim Entzweischneiden stets den Milchsaft hervordringen sieht; doch findet dieß nur bei jungen Zweigen statt, und die Milchsaftgefäße sind immer nur in geringer Zahl und sehr zerstreut.

§. 61. Holz. Wir haben (in §. 56) gesehen, daß die erste Holzschicht sich aus fibrös-vaskulösen Bündeln zusammensetzt, die sich rings um das Mark stellen, daß sie von einander durch breite Streifen von Zellgewebe getrennt waren, die sich vom Mark aus strahlenförmig gegen die Rinde erstreckten, daß sich später innerhalb dieser Strahlen neue Gefäßbündel erzeugten, und sich auf Kosten dieser Zellenstreifen vermehrten (Fig. 95. f'' f''), und daß endlich diese Gefäßbündel, die sich immerwährend in ihren einzelnen Organen, folglich auch im Ganzen vergrößerten, sich einander bis zur Berührung nähern, und die Strahlen auf ganz feine Platten reduciren. Sie bilden dann den Holzkreis. (Fig. 96. f. b).

§. 62. Wir haben weiters gesehen, daß der Holzkreis an seiner innern, mit dem Mark in Berührung stehenden Seite eine ganz eigenthümliche Struktur besitzt, daß er daselbst und nirgends anders eine große Zahl abrollbarer Spiralgefäße (Fig. 97 t) zeigt, und daß dieser

Theil den Namen Markscheide erhalten hat. Diese formt sich nach dem Marke, und die einspringenden Winkel, die sie in der ersten immer zeigt, und die in manchen Stengeln beständig sind, entsprechen eben so viel ausspringenden Winkeln, die den innern Rand jedes Bündels bilden.

Die Markscheide ist derjenige Theil des Holzes der am wenigsten Veränderungen erfährt. Ihre Spiralgefäße behalten dieselbe Größe, die sie schon bei Zeiten erlangten, und bleiben selbst in ziemlich alten Stämmen noch abrollbar.

§. 63. Der ganze übrige größere Theil des Holzringes ist aus Fasern und aus Gefäßen anderer Art, nämlich aus Ring-, gestreiften, oder punktirten Gefäßen zusammengesetzt (Fig. 97, vp, vp), die im Allgemeinen einen größern Durchmesser haben.

Bis hieher geht, wie wir wissen, die Entwicklung der krautartigen Gewächse. Manche erlangen schon in diesem ersten Jahre eine bedeutende Festigkeit durch die Größe und Ausdehnung dieser ersten Schicht und durch die Dichte ihrer Elementarorgane. Wir wissen endlich, daß in den mehrjährigen Gewächsen jedes Jahr der Raum zwischen dem Holz und der Rinde sich mit dem Cambium (Fig. 97 c), einem Anfangs fast flüssigen, später zu Zellen sich organisirenden Stoffe, füllt, und daselbst eine neue Schicht von Holz über der alten sich bildet. Es ist somit ganz klar, daß die Zahl dieser Schichten auch die Zahl der Jahre ist, die der Baum gelebt hat, und daß sein Alter gleichsam auf einem Durchschnitt seines Stammes aufgeschrieben ist. Dieß ist seit langer Zeit bekannt *) und durch eine Menge mitunter sehr interessanter Thatsachen erwiesen.

Setzen wir den Fall, daß die Cambiumschichte an irgend einer Stelle zerstört worden sei, was z. B. durch sehr heftige Fröste geschehen kann, so wird auf derselben kein Holz erzeugt werden und in Folge dessen eine Lücke in der Masse des Holzes bleiben. Alle folgenden Jahre aber, in welchen eine geringe Kälte diese Wirkung nicht ausüben wird; werden sich eben so viele Holzschichten erzeugen und die Lücke bedecken. Findet man eine solche, so wird man über ihr nach außen eben so viel Schichten zählen, als Jahre verflossen sind seit dem strengen Winter, der sie hervorgebracht hat. Dieß ist denn auch durch die Erfahrung bestätigt worden. Man fand, als man einige sehr große und alte Ulmen schlug, in ihrem Innern

---

*) Anm. des Autors. Man schreibt Malpighi die Ehre zu, zuerst diese Beobachtung gemacht zu haben, sie mußte aber schon vor seiner Zeit unter dem Volke bekannt seyn, denn dieser berühmte Anatom wurde 1628 geboren, und man findet in »Montaigne's Reise in Italien, 1581« folgende Stelle: Dieser Arbeiter, ein sehr sinnreicher Kopf und berühmt als Verfertiger sehr schöner mathematischer Instrumente, unterrichtete mich, daß alle Bäume so viel Kreise tragen, als sie Jahre gelebt haben, und ließ mich dieß an denen sehen, die er zu seinen Holzarbeiten in seiner Werkstätte hatte. Und der Theil, der nach Norden sieht, ist viel schmäler, und hat viel engere und dichtere Kreise als der andere. Er rühmt sich, aus diesem an jedem Stück Holz, was man ihm bringe, zu erkennen, wie viel Jahre und in welcher Stellung (Lage) der Baum gewachsen sey.

Lücken. Man zählte die concentrischen Ringe, die diese Lücken bedeckten und bestimmte dadurch das Jahr, in dem die Schichte, welche die Lücke enthielt, sich gebildet haben mußte. Es traf genau mit einem Jahre zusammen, das einen außerordentlich strengen Winter hatte. Klötze dieser Bäume findet man in den botanischen Sammlungen des Pariser Museums aufbewahrt. Man sieht dort auch einen Klotz von einer Rothbuche, auf dessen Rinde die Jahrszahl 1750 eingeschnitten ist; innerhalb der Holzschichten findet man sie wieder, und die Zahl der Holzschichten, die zwischen beiden liegen, ist genau die der Jahre, die zwischen jener Zeit und der des Fällens im Jahre 1805 verstrichen sind, nämlich 55. Die in den jungen Baum geschnittene Inschrift durchdrang die ganze Rinde und verletzte auch noch das Holz ein wenig. In diesem entstand dadurch eine Lücke, welche von den nach einander erzeugten Schichten der folgenden Jahre eben so überdeckt wurde, wie jene vom Frost verursachte. Hier ist aber die Erfahrung viel unwiderleglicher, da der Fall die Rinde sammt dem Holze betrifft, und das authentische Datum darauf eingeschrieben ist. Die meisten botanischen Sammlungen haben derartige Monumente aufzuweisen, die man theils dem Zufall, theils absichtlich zur Bestimmung des Wachsthums angestellten Versuchen verdankt. Man kann leicht einen Körper zwischen Holz und Rinde bringen, z. B. eine Metallplatte, und wenn man den Ast nach einer gewissen Zahl Jahre abschneidet, so findet man die Platte mit eben so viel Holzschichten bedeckt, als Jahre seit dieser Operation verflossen sind.

Wir haben gesagt, daß jeder Ast eben so wächst, wie der Stengel oder Stamm. Die im ersten Jahre entstandenen Zweige haben also eine Schicht, diejenigen, die ein, zwei, drei Jahre später entstanden sind, besitzen der erste drei, der zweite zwei und der dritte eine Schicht. Schneidet man einen Baum an seiner Basis durch, so kann man sehr leicht den Zeitpunkt bestimmen, in welchem jeder seiner Aeste sich entwickelt hat, indem man nur die Zahl seiner Schichten von der Basis abziehen darf. Zählt man unten an einem Baume 50 Ringe, und an dem einen Aste 30, an dem andern 10, so war der Baum 20 Jahre alt, als er den ersten, und 40, als er den zweiten trieb.

§. 64. Wie sind aber diese aus denselben Elementen zusammengesetzten Schichten von einander zu unterscheiden? Dieß wird sehr leicht dadurch, daß in jeder solchen Schicht die Elementarorgane nicht gleichförmig allenthalben zerstreut sind, sondern in einer gewissen constanten Ordnung stehen. Man nehme z. B. ein Scheit Eichen- oder Ulmenholz, und führe an der Fläche, wo es durchgesägt wurde, einen scharfen, reinen Schnitt; man betrachte dann die Ringe, und man wird bald sehen, daß der innere Rand derselben mit einer oder mehreren Reihen kleiner Löcher bezeichnet ist, die auf dem übrigen Ringe fehlen. Dieß sind die Oeffnungen der großen Gefäße, die allein an dieser Stelle vorkommen, während die äußere Partie aus eng an einander liegenden Fasern gebildet ist, deren Höhlung so klein und deren Wände so dick sind, daß man mit bloßem Auge sie für solid hält. An einem Weißbuchen-, Linden oder- Ahornklotz bemerkt man diese

großen Gefäße nicht, deren weite Oeffnungen den innern Rand der Jahresringe so deutlich von dem äußern abscheiden, sondern man findet diese fast ganz von kleinern und mehr gleichen Gefäßmündungen punktirt. Immer aber hören sie am äußersten Rande auf, der stets ausschließlich aus mehreren Reihen von Fasern gebildet ist, welche nach außen immer feiner, enger und gefärbter werden. Es entsteht hiedurch eine Gränzlinie zwischen je zwei Ringen, die zuweilen stark gefärbt, zuweilen aber blaß und unbestimmt ist. In vielen Hölzern ist diese Gränzlinie durch eine Kreislinie von Zellen bezeichnet, welche denen der Markstrahlen ähnlich ist; zuweilen, aber selten, erreicht dieses zwischen die Holzschichten gelagerte Zellengewebe eine bedeutendere Dicke, wie z. B. im Sumach, wo diese Zellen, die in mehreren Reihen stehen, groß und gefärbt sind wie Markzellen. Diese Beobachtung gab Anlaß zu einer sehr sinnreichen Theorie, nach welcher jeder nach dem ersten Jahre hervorgebrachte Holzring ein eigenes Mark besäße, welches durch diesen innerhalb des Holzringes liegenden Kreis von Zellen dargestellt würde und gegen denselben dasselbe Verhalten beobachtete, wie das Mark gegen die umgebende Holzschicht. Aber außer dem Einwurf, daß diese Markringe oder Gürtel gewöhnlich fehlen, bedingt die Abwesenheit einer Markhülle in jeder nach dem ersten Jahre hervorgebrachten Schicht einen sehr wichtigen Unterschied.

§. 65. Im §. 52 hörten wir, daß die Holzbündel sich vermehrten, weil sich ihrer immer mehr in dem Anfangs breiten, mit Zellen gefüllten Zwischenraume erzeugen, welcher später zur Bildung der Markstrahlen dient. (Fig. 94 und 95). Diese Bündel vermehren sich später auf eine andere, so zu sagen entgegengesetzte Weise, indem man neue Markstrahlen sich zwischen die Holzbündel einschieben sieht. (Fig. 101). Wir wissen, daß bei jeder Jahresbildung an jedes bereits bestehende Gewebe sich ein ähnliches ansetzt, Zellen an Zellen, um die Markstrahlen fortzusetzen, Fasern und Gefäße an Fasern und Gefäße, um die Holzbündel zu vergrößern. Das neue Bündel, welches sich an das alte angesetzt hat, ist aber nicht einfach wie dieses, sondern doppelt oder dreifach, indem es in so viel Theile getrennt ist durch Zellenreihen, die neue Markstrahlen bilden werden, (rm″ rm″ rm″), welche von den ersten (rm) sich dadurch unterscheiden, daß sie nicht vom Centrum ausgehen. In der neuen Schicht, die als die concentrisch außen herum liegende natürlich größer ist, sind auch eine größere Zahl Bündel und dazwischen gelagerte Markstrahlen gebildet worden.

§. 66. Der Zuwachs jedes Ringes wird im Verlauf des Jahres beendet; bei einer gewissen Gränze angelangt, bleibt er stehen und bildet einen Haltpunkt für den Ring des nächsten Jahres. Seine weiteren Veränderungen hängen nur von denen ab, die in dem Gewächse im Allgemeinen vor sich gehen. So lang sie jung sind, sind ihre Höhlungen von schwächern Wänden umschlossen und mit Flüssigkeit erfüllt. In dem Maße, als sie älter werden, vermindert sich das Flüssige im Verhältniß zum Festen, einmal weil sich die Wandungen jedes Organes durch Hinzutreten neuer, in einander geschachtelter Schichten verdicken (§. 6) und für's Zweite, weil die enthaltenen flüssigen

Stoffe, als Folge der Verdunstung und neuer chemischer Verbindungen sich verdicken und immer mehr und mehr in den festen Zustand übergehen. Auf diese Art formt sich der Holzstoff (ligneux), der die Dichte der Faserwände vermehren hilft, indem er sie fast in ihrer ganzen Dicke durchdringt. Während die Fasern fast in allen Arten von Hölzern gleich sind, verleiht ihnen der Holzstoff eigentlich die je nach den Arten ihnen zukommenden Verschiedenheiten. Zuletzt muß ein Zeitpunkt kommen, wo die ganz solid gewordenen Fasern aufhören, für Flüssigkeiten durchdringlich zu seyn.

§. 67. Da diese Veränderungen durch das Alter herbeigeführt werden, so müssen sie desto weiter vorgeschritten seyn, je mehr nach Innen die Holzringe liegen. Ihr Gewebe ist denn auch viel solider, härter und trockener, als das der äußern. In gefärbten Hölzern zeigt sich die Farbe zuerst im Centrum, und schreitet, wie die Verhärtung, von da gegen den Umfang zu fort. Deßhalb unterscheidet man bei vielen Hölzern zwei verschiedene Theile: 1) den äußern, der noch die Eigenschaften des jungen Holzes besitzt, d. h. getränkt und durchdringlich für Flüssigkeiten, folglich viel weicher und weiß oder blaß ist, weßhalb man ihn alburnum (von albus weiß), aubier, Splint genannt hat, und 2) den innern trockenen, harten und gefärbten, den man gewöhnlich das Herz, coeur, Kern- oder vollkommenes Holz (duramen) nennt.

In dunkel gefärbten Hölzern, die die Ebenisten vorzüglich verwenden, sind diese beiden Partien außerordentlich deutlich geschieden, wie z. B. beim Eben-, Acajou- und Palissanderholz, aus dem man kostbare Meubel verfertigt, und wo man sich, ohne den ganzen Stamm gesehen zu haben, leicht vorstellen kann, wie sehr das dunkle Kernholz von dem weißen Splint absticht. Es wäre unnöthig, alle die Nuancen aufzuzählen, die man an den verschiedenen Hölzern findet. Jedermann wird sich einiger ihm bekannten Beispiele erinnern, und andere weniger bekannte in jeder botanischen Sammlung finden. Obwohl dieser grelle Farbenunterschied sich meist nur an Hölzern warmer Himmelsstriche zeigt, so findet man doch auch bei uns einige Arten, die ihn ziemlich stark zeigen. In den meisten ist jedoch diese Umwandlung sehr langsam, und der Uibergang der Farben vom Kernholz zum Splint sehr allmälig. In mehreren Hölzern, wie z. B. in der Pappel und der Weide, sieht man gar keinen Unterschied, indem der Kern sich gar nicht färbt, weßhalb sie weiße Hölzer (bois blanc) heißen. Die Härte steht gewöhnlich im geraden Verhältniß mit der Färbung; Beispiele sind das Eben- und das Eichenholz, die unter die dunkelsten und härtesten gehören. Die weißen Hölzer sind auch immer *) die weichsten, und sind der Zerstörung sehr Preis gegeben, da sie zum Theil noch die Beschaffenheit des Splintes besitzen. Ihre geringe Qualität ist allgemein bekannt, und man könnte, ohne direkte Erfahrung, nach dem früher Gesagten in vorhinein auf ihre geringere Festigkeit und verhältnißmäßigen Reichthum an Flüssig-

*) Immer wohl nicht, aber meistentheils, denn es gibt auch harte und dauerhafte weiße Hölzer.

keit schließen. Außerdem daß die Masse des allein zu Arbeiten tauglichen Holzes durch den Splint verringert wird, tritt auch bei ihm noch der Uibelstand ein, daß er vermöge seines großen Gehalts an Flüssigkeiten der stete Sitz chemischer und mechanischer Veränderungen (wie das Werfen, Schwinden) ist und die stets zum Angriff bereiten Feinde, die Insekten, anzieht, die in den zur weitern Ernährung bestimmten Säftemassen eine willkommene Nahrung finden.

§. 68. Die Holz- oder Jahresringe sind von sehr ungleicher Dicke, bei weitem dicker in weichen Hölzern, die wie bekannt ein schnelles Wachsthum haben; viel dünner hingegen in den harten Hölzern. Sie ändern aber in dieser Rücksicht selbst bei derselben Art ab, je nach den Umständen, unter denen das Wachsthum statt fand. So nimmt ein Baum weniger zu, wenn er in einem dichten Walde auf schlechterm Boden oder in einem rauhern Klima mit längern Wintern wächst. In den Polarländern sind die Jahresringe der Bäume außerordentlich schmal, obwohl noch unterscheidbar. Aus denselben Gründen findet man in ein und demselben Baume große Ungleichheiten, die der Verschiedenheit der Jahreszeiten in den betreffenden Jahren entsprechen.

Ein anderer Grund der Ungleichheiten in den Schichten, dessen Einfluß sich aber schwer schätzen läßt, liegt im Alter des Baumes. Ein alter Baum nimmt regelmäßiger, aber weniger schnell zu, als in seiner Jugend, und auch in dieser gibt es eine Periode, wo er schneller wächst als in einer andern; bei der Eiche zum Beispiel bis zum zwanzigsten oder dreißigsten Jahre. Eine geringere Dicke des Jahresringes, mag sie aus was immer für Ursachen herrühren, bedingt meist auch eine größere Dichte und Härte. Das Wissen eines Forstmannes besteht in der Kenntniß der Gewohnheiten jeder Baumart, er kann sie begünstigen oder ihnen entgegenarbeiten; für die regelmäßigen Holzschläge, wo es sich vorzüglich um die Menge des Holzes handelt, wird er am besten die Zeit wählen, wo das Wachsthum abzunehmen anfängt; wo es sich aber um die Güte des Holzes handelt, wird eine andere Periode besser seyn.

Derselbe Jahresring hat nicht immer in seinem ganzen Umfange dieselbe Dicke, und eine solche Ungleichheit findet sich meistentheils in einer großen Zahl Ringe auf derselben Seite, was beweist, daß dieß die Wirkung einer stetig fort wirkenden Ursache ist. Man glaubte früher, daß dieß in der Richtung des Stammes nach den verschiedenen Weltgegenden begründet wäre, und daß ein Baum auf der Südseite stets stärker zunehme als auf der Nordseite, allein man hat sich von der Einflußlosigkeit *) dieser Ursache überzeugt, deren Wirkungen auch viel allgemeiner und regelmäßiger vorhanden seyn müßten. Es sind rein örtliche Umstände, die diese Erscheinungen hervorbringen, z. B. der Baum ist von einer Seite beengt und versteckt, während er von der andern frei und dem Lichte ausgesetzt ist, oder, was am häufigsten

*) Unter übrigens gleichen Umständen ist der Einfluß der Weltgegenden nicht zu läugnen und leicht zu beweisen; nur muß man ihn nicht für so allgemein und wichtig halten, als es mitunter geschieht, und nie vergessen, daß örtliche Umstände ihn sehr modificiren können.

einwirkt, seine Wurzeln finden an einer Stelle des Bodens mehr und bessere Nahrung als an der andern.

§. 69. Wir haben den Wechsel der Jahreszeiten vermöge des durch sie angefachten und wieder unterbrochenen Bildungstriebs als die Ursache der Erzeugung jährlicher Schichten bezeichnet. Es drängt sich nun die Frage auf, was in den Tropen geschieht, wo die Winter zu warm sind, um die Vegetation zu unterbrechen? Es scheint, als müßte die Holzbildung das ganze Jahr hindurch vor sich gehen, und keine Trennung in einzelne Schichten Statt haben. Wirklich sind auch die Jahresringe vieler Hölzer in jenen Gegenden weniger deutlich abgesetzt, doch fehlt ihre Scheidung im Allgemeinen nicht. Die ganze Vegetation ist dort ebenfalls einem periodischen Stillstand oder einer Ruhe unterworfen; die trockene Jahreszeit führt dort den Blätterfall herbei und vertritt so in gewissen Rücksichten die Stelle unseres Winters. Es würden uns übrigens Beobachtungen in jenen Klimaten, die von dem unsern so sehr differiren, mit mancher Thatsache bekannt machen, die von den uns gewöhnlichen bedeutend abweichen würde.

§. 70. Es ist begreiflich, daß in einem Gewächse, welches innerhalb eines und desselben Jahres mehrmal Umständen ausgesetzt wäre, die seine Vegetation abwechselnd unterbrechen und befördern, auch mehrere partielle Schichten sich in dem allgemeinen gemeinschaftlichen Jahresring bilden müßten. Dieß bemerkt man denn auch in der That in einigen unserer Pflanzen, besonders in krautartigen, die bei ihrem schnellen Wachsthum leicht unter solche wechselnde Einflüsse gerathen, und die Spuren ihrer Einwirkung zeigen können, während ein härteres Holz bei langsamer und festerer Bildung unempfindlich dagegen bleibt. Im dem Abschnitte über die Blätter und Knospen werden wir eine Erklärung über diese mehrfachen concentrischen Schichten bekommen, die hier den gewöhnlich einfachen Holzring zusammensetzen.

§. 71. Der Mangel deutlich geschiedener Jahresringe in einem mehrjährigen Holze ist eine entgegengesetzte, aber viel häufigere Thatsache, die sogar bei einer nicht geringen Zahl holziger Pflanzen standhaft vorzukommen pflegt. Die Holzringe sind in einigen gar nicht geschieden, in vielen andern, wo eine Scheidung wohl vorhanden ist, entsprechen sie nicht der Zahl der Jahre. Man fühlt sich zuerst versucht, dieß einem Klima zuzuschreiben, bei dem sich kein Wechsel der Jahreszeiten fühlbar macht, um so mehr, als sich diese Erscheinung oft an Bäumen zeigt, die wir in unsern Glashäusern, in denen die Verschiedenheit der Jahreszeiten so viel als möglich künstlich aufgehoben wird, ziehen; da indessen die Gleichförmigkeit der Jahreszeiten während des Verlaufes eines ganzen Jahres selbst unter den Tropen eine Seltenheit ist, da neben solchen Pflanzen ganz unter denselben Umständen andere wachsen, welche eine Reihenfolge concentrischer Schichten zeigen, da endlich dieser eigenthümliche Bau sich stets in denselben Arten und Gattungen, ja in ganzen Familien zeigt, so läßt sich glauben, daß sie diesen Pflanzen ein für allemal eigenthümlich zukomme. Wir wollen als Beispiele die Pfeffer- und Cactus-Arten aufführen.

Es gibt endlich auch Gewächse, in denen man wohl mehrere Ringe findet, wo aber jeder einzelne Ring das Produkt mehrerer Jahre ist.

Die Cycas (Farnpalme) ist in diesem Falle, der unter dem mit einbegriffen ist, den wir Betreffs der in unsern Glashäusern gezogenen Bäume und Sträucher anführten.

§. 72. Markstrahlen. Wir hatten in den frühern §§. häufig Gelegenheit, von den Markstrahlen zu sprechen, und haben ihren Bau, ihre Bildung und ihre Vermehrung aus einander gesetzt. Diejenigen, die von der ersten Bildung des Stengels an existirend sich vom Marke bis zur Rinde ohne Unterbrechung fortsetzten, hießen große Markstrahlen (Fig. 101 rm'); diejenigen aber, die erst in den folgenden Jahren entstanden und ihren Ursprung aus den in eben diesen Jahren entstandenen Holzringen nahmen, wurden kleine Markstrahlen (Fig. 101, rm'' rm'' rm'' rm'') genannt. Diese letztern zeigen sich selbst in Hölzern, wo die Unterscheidung der Ringe schwer fällt, und deuten somit, wenn auch nur unbestimmt und undeutlich, mehrere auf einander folgende Bildungen an, die die Gleichartigkeit der ganzen Holzmasse auf andere Weise nicht wahrnehmen läßt.

Untersucht man die Markstrahlen nicht mehr allein in einem horizontalen oder Querschnitt, sondern in einem vertikalen nach der Längsrichtung des Stengels, so sieht man, daß die in einer oder mehreren Reihen auf einander gelagerten Zellen sehr dünne Platten bilden (Fig. 102 rm). Ist der Verlauf der Gefäßbündel vollkommen geradlinig, wie z. B. in der Waldrebe (Clematis), so erstrecken sich diese Platten ohne Unterbrechung von einem Ende des Stengels zum andern. Nach ihrer Richtung spaltet man mit Leichtigkeit das Holz. Meistentheils aber sind die einzelnen Gefäßbündel in ihrem im Ganzen senkrechten Verlauf mehr oder minder hin und her gebogen; bei solchen Biegungen nun unterbrechen sich die Platten. Den augenscheinlichen Beweis dafür findet man an entrindetem Holze, oder noch besser an sehr zarten Längsschnitten, die die Markstrahlen unter einem rechten Winkel treffen (übers Kreuz gehen) (Fig. 103). Man sieht die Anfangs vereinigten Gefäßbündel ein wenig aus einander treten, um sich dann etwas tiefer wieder zu vereinigen, und zwischen sich einen Raum lassen, der von den Zellen der Markstrahlen ausgefüllt ist, deren Platten sich nach diesen Zwischenräumen formen und in der Mitte häufig etwas stärker sind als oben und unten.

Gegen den Umfang des Holzes zu, also da, wo sie mit dem Rindensysteme in Verbindung stehen, haben die Strahlen die größte Breite, und dort zeigen sie auch ihre größte Lebensthätigkeit. Sie scheint im Kernholze, zu dessen Färbung die Zellen wesentlich beitragen, nach und nach zu erlöschen, während sie im Splint und namentlich gegen seinen Umfang zu je nach der Jahreszeit mit Stärkmehl oder flüssigen Säften gefüllt, oft auch von Chlorophyll grün gefärbt sind. Man kann somit annehmen, daß sie dem Rindensysteme näher stehen, als dem Marke, und wir gehen in ganz natürlicher Folge von ihnen zur Rinde über.

Rinde.

§ 73. Wie bekannt zeigt sich in der ersten Zeit das Rindensystem vom Holzsystem nicht unterschieden; ein wenig später bildet eine feine

Linie eines halbflüssigen Gewebes, des Cambium (Fig. 96 und 97 c), an jedem der kreisförmig um das Mark herum entwickelten Gefäßbündel eine Bogenlinie, die dieses Bündel in zwei ungleiche Theile trennt, in den äußern (fc), der zur Rinde gehört, und viel schmäler ist, und in den innern, der zum Holze gehört. Der ganze Streif, der außerhalb der Gefäßbündel liegt, bildet das Rindenparenchym, in welchem man außer der Oberhaut (ep) 2 verschiedene Schichten deutlich unterscheiden kann: die korkige Hülle (p) und die zellige Hülle (ec); in dieser Hülle, und zwischen die Bastfaserbündel eingestreut, cirkuliren im Allgemeinen zahlreiche Lebenssaftgefäße. Das Rindensystem besteht also, wie das Holzsystem aus einem zelligen und fibrös vaskulösen Theil; hier aber, im Rindensystem, findet in der Stellung und im Verhältniß der Theile eine Umkehrung statt, denn das Parenchym, gleichsam das Mark der Rinde, nimmt seinen Umfang ein, und zeigt eine weit größere Entwicklung und viel mannigfaltigere Formen, als die fibrös-vaskulösen Bündel, während wir diese im Gegentheil im Holze viel entwickelter und vielgestaltiger gesehen haben, als im Marke.

Zufolge der verkehrten Lage dieser Theile werden wir auch den entgegengesetzten Gang in ihrer Untersuchung befolgen, wir werden zuerst die äußere zellige, zuerst geformte Partie betrachten, und dann die Gefäße und Fasern, welche den innern Theil jeder Schichte ausmachen. Denn wir wissen (§. 58), daß in unsern Bäumen sich jährlich eine neue Schicht Rinde und zu gleicher Zeit eine Schicht Holz bildet. Die umgekehrte Lage aber der ersten hat eine Folge, die leicht vorauszusehen ist. Während die Holzschichten unbeweglich bleiben, indem jede nachfolgende sich über die vorhergehende lagert, werden die Rindenlagen immerwährend nach außen gestoßen, um anderen jüngeren und besonders den unter ihnen sich ansetzenden Holzringen Platz zu machen. Haben die Rindenschichten einmal ihre höchste Entwicklung erlangt, so gehen in ihnen größere oder geringere Veränderungen vor, die durch ihre Lage nach außen nur noch befördert werden. Sie spalten sich in verschiedenen Richtungen, lösen sich als Schuppen und Platten los u. s. w., und dieß zwar immer in der Ordnung, wie sie sich gebildet haben, die äußersten und ältesten zuerst.

§. 74. Die Oberhaut, die uns schon im §. 37 beschäftigt hat, ist derjenige Theil der Rinde, der durch die vom allmäligen Wachsthum des Stengels bewirkte Ausdehnung und durch die äußern Einflüsse der erste verschwinden muß. Ihre Existenz ist auch nur eine zeitweilige; später oder früher zerreißt sie in Stückchen, vertrocknet und wird endlich ganz zerstört.

§. 75. Unter ihr liegen andere zellige Schichten, welche nun an ihrer Statt die Bedeckung des Stammes vorstellen, und nicht selten ebenfalls abfallen, um wieder von den nächst liegenden Schichten ersetzt zu werden. Diese auf der Oberfläche der Rinde ausgebreitete Zellenschicht wird von vielen Autoren Oberhaut genannt, und somit diesem Worte eine andere Bedeutung beigelegt, als wir ihm gegeben haben. Mohl schlägt vor, sie Periderma (Außenrinde) zu nennen, ein sehr bezeichnender Name für ihre Stellung zur eigentlichen Ober-

haut, innerhalb der sie liegt, und zur gesammten Rinde (derma), außerhalb welcher sie sich befindet, oder die sie umgibt. Dieses Periderma erkennt nicht immer denselben Ursprung an, und kann sich in verschiedenen Tiefen bilden. Dieß wird einsichtlicher werden, wenn wir die verschiedenen Theile der Rinde von außen nach innen zu untersuchen.

§. 76. 1. Kork-Hülle oder Schichte. Sie hat ihren Namen daher bekommen, weil sie bei einigen Bäumen das ausmacht, was wir im gewöhnlichen Leben unter dem Namen Kork (suber) kennen. Man hat sie auch epiphloeum (von ἐπί über, auf, und φλοιός Rinde) genannt, wegen ihrer Lage über der Rinde. Man bemerkt sie (Fig. 97, 98 p) gleich unter der Oberhaut als eine oder mehrere Schichten von würfelförmigen oder auch häufig in horizontaler Richtung in die Länge gezogenen, eng mit einander verbundenen, dünnwandigen Zellen, die niemals in ihrem Innern Körnchen enthalten und anfangs farblos, später aber häufig braun gefärbt sind. Zuweilen entwickelt sie sich fast gar nicht, zuweilen aber vervielfältigen sich ihre Schichten sehr, und geben ihr eine bedeutende Dicke von einem oder mehreren Zollen, besonders in der bekannten Korkeiche (Quercus suber) (Fig. 101 p). Nicht alle Zellen sind von gleicher Form und Farbe, man findet immer in gewissen Entfernungen Schichten von mehr flach gedrückten oder tafelförmigen, die die ganze Korkschicht gleichsam in mehrere unterabtheilen. In der Korkeiche und im gemeinen Ahorn sieht man diese Anordnung nur undeutlich, indem die Schichten von tafelförmigen Zellen nicht bestimmt und regelmäßig geformt sind. Im Gymnocladus canadensis sind die abwechselnden Schichten von breiten und von tafelförmigen Zellen so ziemlich von gleicher Dicke. Bei der gemeinen Birke (Betula alba) sind die braunen tafelförmigen Zellen weit mehr entwickelt, als die andern, die weiß und sehr zart und klein sind, so daß sie beim Wachsthum des Stengels sehr leicht zerreißen, und sich als die bekannten außen weißen, innen braunen papierähnlichen Platten wie Papier von der Rinde loslösen. In der Rothbuche endlich kommen die tafelförmigen Zellen allein zur Entwicklung.

§. 77. Zellige Hülle. Man nennt sie auch grüne Schichte, weil sie gewöhnlich so gefärbt ist, und mesophloeum (von μέσος mitten, das Mittlere, und φλοιός Rinde), weil sie die mittlere Schichte der Rinde bildet. Sie unterscheidet sich von der sie umgebenden Korkschichte durch das Chlorophyll oder Blattgrün, das ihre vieleckigen, dickwandigen, locker verbundenen Zellen erfüllt, die häufig zwischen sich Gänge und Lücken lassen. Mitten unter diesen grünen Zellen findet man häufig welche, die ungefärbt sind und Kryställchen enthalten.

§. 78. Rindenfasern oder Bast. Sie bilden Bündel, welche den Holzbündeln gerade gegenüber stehen und von ihnen durch eine dünne Platte der zelligen Hülle, später aber immer durch eine zum Cambium gehörige Schicht von Zellen getrennt sind. Diese Fasern sind stets blendend weiß, und stets viel länger und feiner als die des Holzes. Ihre Wände werden mit dem Alter sehr stark und punktirt, weil sich innen neue Schichten ansetzen. Sie sind unter allen Pflanzenfasern die zähesten, und sie sind daher bei vielen Pflanzen dem Menschen vom

größten Nutzen, indem sie ihm vermöge dieser Eigenschaft das Material zu Stricken und Geweben liefern, in denen man ihnen oft ihre volle Feinheit lassen kann. Von vielen Beispielen wollen wir nur den Hanf und den Flachs nennen. Die Zubereitungsweise spricht in diesen beiden Pflanzen schon allein hinlänglich für die außerordentliche Zähigkeit dieser Fasern; zuerst röstet man sie, d. h. man weicht sie durch längere Zeit in Wasser und trocknet sie scharf, und dann brecht man sie, und erhält diese Fasern unversehrt, nachdem durch diese Operationen alle andern Theile der Pflanze zerstört worden sind.

Die Rindenfaserbündel bilden um den Holzring herum eine concentrische Schichte und werden durch Markstrahlen von einander getrennt, die im Allgemeinen sich vom Holzsystem hieher erstrecken, aber breiter bleiben und somit auch aus weniger gedrückten und mit einander loser verbundenen Zellen zusammengesetzt sind. So wie im Holze nehmen auch hier diese Bündel bald einen geradlinigen Verlauf (im Wein, in der Roßkastanie zum Beispiel), und dann schalten sich ihre Strahlen, die ebenfalls gerade Platten bilden, von einem Ende der Pflanze bis zum andern zwischen je 2 benachbarte Bündel ein; bald laufen sie krumm und geschlängelt (wie in der Ulme oder Rüster, in der Linde und Eiche), und dann berühren und verflechten sie sich mit den Bündeln beiderseits, um sich wieder von ihnen zu trennen, und unterbrechen so natürlich die Markstrahlen, die nun nur noch kurze Platten bilden, und durch ihr vielfaches Zusammenstoßen (anastomose) ein Netz vorstellen, dessen Maschen von den Markstrahlen ausgefüllt sind (Fig. 104).

Jede Schicht dieser Rindenfasern bildet eine Art von lockerm Gewebe. Die Gesammtheit aller Schichten von mehreren Fasern, deren jede man bei regelmäßigem Verlauf der Fasern wieder in mehrere dünnere theilen kann, hat man mit den Blättern eines Buches verglichen, und daher rührt der lateinische (und ins französische übergegangene) Name liber, Bast, unter dem man im gewöhnlichen Leben die Rindenfasern versteht. Einige Autoren geben ihm auch noch den Namen endophloeum (von ἐνδόν innen, und φλοίος Rinde), weil er der innerste Theil der Rinde ist.

Die verschiedenen jährlich erzeugten Platten oder Blätter sind wie die Jahresringe des Holzes durch Zellenschichten von einander getrennt, die von der zelligen Hülle abhängen, innerhalb welcher sich diese Faserbündel gebildet haben.

Es versteht sich von selbst, daß der allmälige Wachsthum des Stengels auch eine gleichförmige Ausdehnung der Bastblätter zu Folge haben muß, deren Bündel denn auch immer mehr aus einander treten und sich verbreitern. Die Strahlen verbreitern sich so lange, als das Gewebe Leben hat, in gleichem Maße durch Vermehrung seiner Zellen fort, und fahren fort, die Zwischenräume derselben auszufüllen.

§. 79. Das parenchymatöse System der Rinde besitzt eine sehr kräftige Lebensthätigkeit, und die Erzeugung neuer Zellen geht nicht nur an einem, sondern an vielen Punkten zugleich fort, indem, unabhängig von der jährlichen Erzeugung einer Bastschicht und der sie unmittelbar umgebenden Zellen, ein Zuwachs in der Korkschichte so-

wohl durch Vermehrung der breiten, großen, als der tafelförmigen Zellen Statt finden kann. Alle diese Entwickelungen scheinen unabhängig von einander ihre Fortschritte zu machen.

Von der Art, wie diese Entwicklungen eine auf die andere folgen, hängt auch die Gestaltung der Rinde im Allgemeinen und die Beschaffenheit des Periderma ab. Wir haben schon im §. 76 den Fall betrachtet, wo dieser Zuwachs in der Korkschichte am lebhaftesten ist. In diesem Falle geht das Wachsthum im Baste und in der zelligen Hülle zwar regelmäßig, aber langsam vor sich, und so auch beständig in der Rinde, deren Periderma von der Schicht der tafelförmigen Zellen des Korkes gebildet wird, entweder, indem sich diese Schichte allein entwickelt, oder weil sie die ober ihr gebildete große, bald absterbende Korkmasse in großen Platten abstößt, und so nach außen kömmt.

Bei vielen Bäumen aber verschwindet die Korkschichte mit der Oberhaut, statt sich zu entwickeln, und dann erzeugt sich das Periderma entweder auf der Oberfläche der zelligen Hülle oder innerhalb derselben. Im ersten Falle wird das auf der zelligen Hülle früher erzeugte Periderma von dem später unter ihm entstehenden abgestoßen, und löst sich in Platten los, wie bei der Platane (Platanus), deren ebene Stammoberfläche von den neuen Schichten gebildet wird. Im zweiten Falle stößt das Periderma die Zellen- und Faserschichten, innerhalb welchen es sich bildete, nach außen ab, und sie lösen entweder sich in Stücken los, die mehrere Ringe von Parenchym und Bast in sich begreifen und noch längere Zeit in Zusammenhang mit einander bleiben (wie in der Eiche und der Linde), oder es gehen große Blätter los, die jenen der Birke ähnlich sehen, aber durch ihre Textur und ihren Ursprung sich unterscheiden; denn statt aus einer Korkschichte bestehen sie aus Bast und zelliger Hülle, wie z. B. im Wachholder (Juniperus) und vielen Proteaceen. Beim Wein und dem Geißblatt (Lonicera) stößt die jedes Jahr sich entwickelnde Bastschicht die des frühern Jahres ab, und so entsteht die dünne Rinde dieser Pflanzen. Endlich gibt es Fälle, wie bei dem Lärchenbaum (Larix) und der Kiefer, wo die zellige Hülle sich sehr stark entwickelt und scheinbaren oder falschen Kork bildet, der später in Schuppen abfällt.

Kurz gefaßt, findet eine stete Zerstörung der äußern Theile der Rinde zugleich mit einer immerwährenden Neuerzeugung von Zellen in ihrem Parenchym Statt, und je nachdem diese Neuerzeugung innerhalb der Korkschichten, auf der Oberfläche oder in der Dicke der zelligen Hülle vor sich geht, enthalten die nach außen gedrängten und endlich abgestoßenen Theile eine kleinere oder größere Zahl der Rindenbestandtheile, und die äußerste Schicht oder das Periderma wird von einer tiefern oder oberflächlichern Schicht der Zellen gebildet, aus denen ursprünglich das Rindensystem zusammengesetzt ist.

§. 80. Wir haben bisher die Lebenssaftgefäße, die in den innern Theilen der Rinde in großer Zahl vorhanden sind, mit Stillschweigen übergangen. Von ihrer Gegenwart überzeugt man sich leicht durch einen Querschnitt eines frischen Stengels, aus dem man dann den

meist gefärbten Lebens- oder Milchsaft hervorquellen sieht. Sie sind nur in jungen, frischen und lebensvollen Theilen thätig, sterben daher bald ab, und werden mit den Schichten, in denen sie verbreitet sind, nach Außen gedrängt.

§. 81. Aus all dem vorher Gesagten folgt, daß das ganze Zellensystem der Rinde in Vergleich zu dem des Holzes eine sehr große Lebensthätigkeit besitzt, indem dieses nach der ersten Bildungszeit des Stengels aufhört zu wachsen und selbst zu leben. Es ist daher wohl mehr das erstere als das letztere, an das sich die Markstrahlen anschließen, die auch gegen die Rinde zu ihre größte Entwicklung der Masse und der Zahl nach zeigen. Uibrigens scheint ihr erster Ursprung in der Cambiumschichte zu seyn.

§. 82. Lenticellen oder Linsenkörperchen. Auf der Oberfläche vieler junger Rinden bemerkt man kleine, etwas hervorragende erhabene Punkte (Flecken) von verschiedener Form, gewöhnlich jedoch nach der Axe des Stengels verlängert (?). Anfangs nannte man sie linsenförmige Drüsen (glandes lenticulaires), später aber, als man erkannte, daß sie nichts von Drüsen an sich haben, Lenticellen oder Linsenkörperchen. Sie vergrößern sich mit dem Wachsthum des Stengels, aber mehr in die Dicke, als in die Länge, so daß sie immer gewölbter und breiter werden. Unter dem Mikroskop sieht man, daß sie aus einem Häufchen Zellen bestehen, und nichts anderes als ein kleiner Auswuchs der zelligen Hülle sind, der sich nach außen erstreckt und die ober sich liegenden Theile zersprengend hervortritt, wie eine Art Eingeweidebruch. Die Korkschichte erhebt sich ein wenig mit und bildet ihren Umfang. Durch die zahlreichen Lenticellen, die auf der Oberfläche der Rinde ausgesäet sind, bringt diese, nachdem die Spaltöffnungen mit dem Verschwinden der Oberhaut ihre Verrichtungen beendet haben, ihre innersten Schichten mit der Luft in Berührnng.

Decandolle legte ihnen einen andern Zweck bei. Es ist bekannt, daß wenn man einen Zweig in's Wasser oder in feuchte Erde steckt, er in der Regel zu leben fortfährt und aus seiner Oberfläche Wurzeln entwickelt, die man Adventiv-Wurzeln nennt und welche die dem Ast fehlenden ersetzen. Man nennt das einen Steckling. Decandolle, der beobachtet hatte, daß diese Wurzeln häufig aus dem Centrum der Linsenkörperchen drangen, sah diese als im vorhinein zu dieser Produktion bestimmt an, und meinte, sie spielen dieselbe Stelle in Bezug zu diesen Wurzeln, wie die Knospe zum Aste. Aber man bemerkte, daß die Wurzeln eben so oft von Punkten ausgingen, wo keine Lenticellen waren, und man hat ihr häufiges Entstehen aus solchen daraus erklärt, daß die Anhäufung von Zellgewebe, aus der sie bestehen, die Erzeugung neuer Theile wohl begünstige, aber nicht allein bedinge.

Unregelmäßige (anormale) Stengel, Stämme der Dikotyledonen.

§. 83. Bisher haben wir den Dikotyledonenstamm untersucht, wie er gewöhnlich an den Bäumen unserer Himmelsstriche vorkömmt. Wir haben aber auch schon einige Ausnahmen von dieser Regel angedeu-

tet, wie die Bildung mehrerer Holzringe in einem Jahre (§. 70) oder die eines scheinbar einzigen, in mehreren Jahren, der aber nur durch das Ineinanderfließen mehrerer entstanden ist. Dieser letzte Fall ist eben nicht selten; meist sind hier die Markstrahlen noch vorhanden, und mit ihrer Hülfe, je nach dem sie näher oder weiter vom Markcentrum entspringen, kann man noch mehrere concentrische Schichten unterscheiden. Aber die Markstrahlen können auch verschwinden, und dann zeigt die ganze Masse des Holzes ein gleichförmiges Aussehen, wo den Beschauer nichts über das Alter und die Bildungsweise aufklärt; dieß findet man z. B. in der Pisonia aculeata, von der ein Stamm von 12 Centimeter (etwa 4 Zoll) Durchmesser nirgends zwischen Mark und Rinde einen wahrnehmbaren Unterschied darbietet, sondern überall sehr große und fast gleiche Gefäße zeigt, die ziemlich regelmäßig in einem sehr feinen zelligen oder fasrigen Gewebe vertheilt sind.

§. 84. Anderemale weicht die überhaupt vielfältigere Entwicklung der Rindenschichten von der Regel ab. So hört z. B. bei den Osterluzey-Arten (Aristolochia) der Bast nach dem ersten Jahre auf zu wachsen und zieht sich zu einzelnen Bündeln zusammen, die im Kreise um das Holz herumstehen, statt concentrische Schichten zu bilden.

§. 85. Die meisten Pflanzen, deren Stamm von dem der unsrigen verschieden ist, findet man unter den Tropen, und hier wieder am häufigsten unter den sogenannten Lianen oder Schlingpflanzen, die statt sich selbst aufrecht zu erhalten, andere Pflanzen umschlingen und an ihnen hinaufkriechen, bis sie den Gipfel derselben erreicht haben und aus Mangel einer weitern Stütze wieder herabhängen, um am nächsten Stamm oder Ast abermals sich weiter zu schlingen; unser Wein (wenn man ihn frei wachsen läßt) und die Waldrebe (Clematis) mögen dem Leser einen Begriff davon geben. Einige haben cylindrische Stengel, wie z. B. die Aeste unserer Bäume, viele aber sind in einer oder der andern Richtung abgeplattet, und bieten die seltsamsten Formen dar. Man könnte glauben, das diese Abplattung nur Folge mechanischer Hindernisse sey, die sich ihrem Wachsthume entgegensetzen, indem sie sich um einen unnachgiebigen Stamm herumschlingen und an ihn anpressen, und dieß kann auch allerdings der Fall seyn, wenn sie auf einer Seite platt und auf der andern gewölbt sind, und in den Zwischenräumen, wo sie frei hängen, ihre gewöhnliche runde Form annehmen. Allein bei einer Menge Lianen bleibt diese sonderbare Form dieselbe, mögen sie sich an einen Stamm anpressen oder frei hängen, und so folgt nothwendigerweise, daß diese unregelmäßige Form bei ihnen natürlich und eigenthümlich sey. Bei den zusammengedrückten Stämmen erfolgt die Entwicklung des Holzkörpers in zwei entgegengesetzten Richtungen nach dem größten Durchmesser nämlich, während sie in den andern Richtungen sehr gering oder fast Null ist. Merkwürdige Beispiele davon findet man unter den Bauhinien, Lianen aus der Familie der Schmetterlingsblüthler (Leguminosen, wohin z. B. die Bohne und Erbse gehören), von denen einige Arten, die kletternde Bauhinie (Bauhinia scandens) z. B., nicht allein den Stengel platt gedrückt, sondern auch so hin

und her gebogen und erweitert haben, daß er eine höchst seltsame und ungewöhnliche Zickzack-Gestalt annimmt (Fig. 105).

§. 86. Die anomale Form vieler Lianen erkennt meistens ähnliche Ursachen an, nämlich: die ungleiche Entwicklung ihres Holzkörpers, der statt gleichförmig in seinem ganzen Umfange zu wachsen und so einen Cylinder oder einen Kegel zu bilden, sich nur nach einzelnen Richtungen bedeutend, nach andern fast gar nicht entwickelt und dadurch entweder die cylindrische Form ganz verliert, oder das Ansehen einer tiefer oder seichter, mehr oder minder regelmäßig cannelirten (gerieften) Säule gewinnt. Bald folgt die Rinde dem Umrisse des Holzkörpers genau, und seiner Form entspricht auch die äußere des Stengels (Fig. 106), bald sind die Einschnitte oder Riefen zu eng und die Rinde zu dick, um sich in sie hineinlegen zu können, und der Stengel ist außen ziemlich eben oder schwach gerieft, während der Holzkörper es sehr stark ist (Fig. 107, 2) und zwar um so mehr, je höher oben man ihn untersucht. Diese von der Rinde ausgefüllten Zwischenräume gehen wie Strahlen gegen das Innere des Stengels, und indem sie in der Mitte endlich zusammenstoßen, theilen sie ihn in mehrere keilförmige Stücke, deren jedes einen Theil der zelligen Hülle um sich herum hat. Zuweilen stoßen diese Trennungen durch noch stärkere Convergenz zusammen, ehe sie das Centrum erreicht haben, und man findet dann einen centralen Theil des Holzkörpers, der das Mark und die zellige Hülle in ihrer Gänze enthält, umgeben von einem Kreis anderer Bündel, die sie entbehren. Die Rinde folgt und überzieht alle diese Theilungen des Holzkörpers, und gibt dem Stengel den Anschein mehrerer einander genäherter Aeste, während man es in Wirklichkeit nur mit einem einzigen zu thun hat. (Fig. 107, 3).

§. 87. Diese Theilungen können unregelmäßig oder regelmäßig seyn; im letztern Falle bilden sie oft sehr zierliche Figuren, wie z. B. in mehreren B i g n o n i a c é e n, wo der Holzkörper durch seine rechtwinklig nach 4 Richtungen gehende Entwicklung ein Malteserkreuz darstellt (Fig. 108).

§. 88. Es kann geschehen, daß die Holzbündel sich nicht allmälig, sondern plötzlich von der Centralmasse trennen, und so gleichsam mehrere im Stengel parallel aufsteigende Aeste darstellen, die aber sämmtlich in der dicken Rinde drinn stecken. Dieß kömmt in mehreren S a p i n d a c e e n vor (Fig. 109), wo übrigens jeder dieser um einen centralen im Kreis herumgestellten Holzkörper selbst ein Centrum hat, durch welches einige Spiralgefäße laufen, und der folglich ein losgerissener Theil der zelligen Hülle seyn muß.

§. 89. Die so um einen centralen Cylinder herum geordneten und durch eine sie allenthalben umkleidende Rindenschicht von ihm getrennten Holzbündel können sich einander so nähern, daß sie sich endlich berühren, und einen Kreis bilden, der mit dem ersten concentrisch ist; von diesem können sich neue Bündel loslösen, sich abermals nähern, und um den zweiten Kreis herum einen dritten bilden und so fort. So erhalten wir mehrere concentrische Ringe, die aber mit denen in den gewöhnlichen Stämmen der Dikotyledonen nicht vergleichbar sind, denn sie sind im Allgemeinen nicht das Erzeugniß eines

Jahres, und sind von einander durch eine Schicht Rindengewebe getrennt. Diese abwechselnden Rinden- und Holzschichten zeigen sich in vielen klimmenden windenartigen Pflanzen (Convolvulaceae), in den Menispermeen, in einigen Cissus (Wasser- oder Jägerliane) und vor Allem im Gnetum ganz unregelmäßig. In allen diesen letzteren ist jeder Holzring durch Markstahlen in viele Bündel getrennt, und jedem solchen entspricht wieder ein Bastfaserbündel in der umgebenden Rindenschicht. Es ist bemerkenswerth, daß man diesen Bast in allen den concentrischen Schichten des Gnetum (Fig. 110), aber nur in der innersten der Menispermaceen findet, in welchen die übrigen sämmtlich zellig sind.

§. 90. Es würde zu weit führen, wollten wir alle Modifikationen der unregelmäßig gebauten Stämme beschreiben, die übrigens noch ziemlich unvollkommen bekannt sind, da sie als Bewohner ferner Länder nicht in ihrer ganzen Entwicklung beobachtet wurden, wie die Bäume unsrer Heimath. Wir haben uns begnügt, die vorzüglichsten flüchtig zu skizziren und besonders auf diese Anordnung (enchevêtrement *) der Holz- und Rindenschichten aufmerksam zu machen, die man hier so häufig findet. Es ist gar kein Zweifel, daß mehrere und besser bekannte Daten die Frage sehr aufhellen werden, und daß man statt mehrerer Gesetze ein einziges entdecken wird, nach welchem der Wachsthum sämmtlicher Dikotyledonen vor sich geht, und in dem unsere Bäume selbst nichts als einen sehr häufigen Fall bilden werden. Wahrscheinlich übt die Stellung der Blätter und der unmittelbar über ihnen sich entwickelnden Aeste, die immer eine viel größere Holzerzeugung auf ihrer Seite nach sich ziehen, einen großen Einfluß auf diese Zerlappung des Holzkörpers aus, besonders bei den Lianen, deren Wachsthum so schnell ist, und bei denen die Blätter in so großen Zwischenräumen stehen. Bei unsern Bäumen muß der Wachsthum des Stammes durch seine Langsamkeit und noch mehr durch die genäherte Stellung seiner Blätter und Aeste nothwendigerweise weit gleichförmiger auf seinen ganzen Umfang vertheilt seyn. In den krautartigen Pflanzen, deren Wachsthum viel beschleunigter ist und deren Blätter oft weit von einander stehen, finden wir auch oft Anomalien in der äußern Form und im innern Bau, die mehreren der vorhin besprochenen vergleichbar sind.

Stamm der Monokotyledonen.

§. 91. Wir sind dem Embryo der Mono- so wie der Dikotyledonen von seinem ersten Entstehen an (Fig. 74, 76, 79) durch alle Perioden seines Lebens gefolgt. Wie der letztere, ist er ganz aus Zellengewebe gebildet (eine äußere Schicht davon bildet in etwas abweichender Form die Oberhaut) bis zur Zeit seiner Reife, oder im Allgemeinen bis zur Keimung. Erst dann sieht man Fasern und Gefäße in ihm erscheinen, die sich zu Bündeln vereinigen. Diese sind anfänglich im Kreise gestellt, und bis hieher unterscheidet genau ge-

*) Ein Wort, für das ich in keinem Wörterbuche, selbst in dem der Akademie, irgend eine passende Bedeutung finden kann.

nommen diesen kleinen Stengel nichts wesentlich von dem, der aus einem dikotyledonen Embryo entsprossen ist.

Aber in dem Maße, als er zunimmt, indem er sich mit zahlreicheren Blättern bedeckt, und in Folge dessen die Zahl der Bündel sich in seinem Innern vermehrt, bemerkt man eine Stellung, die von jener der Dikotyledonen verschieden ist, wo sie in einen Kreis gestellt sich nähern, sich endlich berühren und einen Holzring bilden, der bloß durch die Linien der Markstrahlen getrennt ist. In den Monokotyledonen (Fig. 111) sind die Bündel ohne anscheinende Ordnung mitten im Zellgewebe zerstreut, die einen nach innen, die andern, zahlreichern mehr nach außen. Dieß zwischen ihnen befindliche Zellgewebe deutet also ihre Zwischenräume nicht durch gerade, vom Mittelpunkt zur Peripherie gehende Linien an, mit einem Worte, es bildet keine Markstrahlen. Das Centrum, das ganz zellig ist, oder nur von sehr wenigen Bündeln durchzogen wird, stellt wohl bis auf einen gewissen Punkt das Mark vor, ist aber in der Regel nur sehr unbestimmt begränzt, und ermangelt der durch die Anwesenheit der Spiralgefäße charakterisirten Markhülle. Das Mark der meisten Monokotyledonen bildet einen ziemlich starken und regelmäßigen Cylinder ohne alle Holzbündel, besonders in den Gräsern, wie man dieß leicht am Schilfrohr (Arundo) und am Mais (Zea Mays) beobachten kann. Es folgt aber dann nicht dem schnellen Wachsthum des Stengels, dessen Höhlung es Anfangs ganz ausfüllte, sondern es geht zu Grunde, und der Stengel wird hohl. (Fig. 112.) Seine Uiberbleibsel sieht man an den innern Wänden der Röhre hängen, die der Stengel jetzt darstellt, was übrigens auch bei solchen Dikotyledonen vorkömmt, deren Mark sehr groß, und deren Entwicklung sehr schnell ist; bei den Doldengewächsen (Umbelliferae) zum Beispiel.

§. 92. Vergleichen wir ein fibrös-vaskulöses Bündel aus dem Stengel eines Monokotyledonen mit dem aus einem weniger als ein Jahr alten Stamm oder Ast eines Dikotyledonen, so finden wir viele Aehnlichkeiten; der erstere (Fig. 113) zeigt von innen nach außen 1) Spiralgefäße (t) und hierauf größere punktirte oder gestreifte Gefäße (vp), beide begleitet und umgeben von punktirten Zellen (u), die zuweilen sehr verlängert sind; 2) eine Anhäufung (amas) von Lebenssaftgefäßen (l) und von Fasern mit einfachen und sehr dünnen Wänden, umgeben von einem Halbmond anderer nach außen stehender Fasern (f), deren dicke Wände von der Einschachtelung mehrerer Schichten in einander herrühren. Nun finden wir aber in dieser Zusammenstellung alle Elemente eines fibrös-vaskulösen Bündels von einem Dikotyledonen, der innere Theil dem Holze, der äußere der Rinde entsprechend. Somit sind innerhalb des ersten Jahres die krautartigen Stengel der Monokotyledonen und die vieler Dikotyledonen, besonders solcher, wo die früher beschriebene Zerstreuung von Bündeln der Markhülle in die Rinde vorkömmt, sehr schwer von einander zu unterscheiden. Wollen wir aber den Vergleich noch weiter führen, so hört die Aehnlichkeit doch auf.

Das Bündel der Dikotyledonen zeigte seinem ganzen Verlaufe nach denselben Bau, das der Monokotyledonen zeigt aber in ver-

schiedener Höhe auch einen verschiedenen Bau und verschiedene Dicke. Das erstere trennte sich in einer gewissen Zeit, gewöhnlich nach einem Jahre, in zwei Theile, wovon der eine beim Holze blieb, der andere zum Rindensysteme ging; zwischen ihnen erzeugte sich ein neues, welches bestimmt war, ein Jahr später dieselbe Theilung zu erleiden. Die Elemente eines Monokotyledonenbündels aber trennen sich zu keiner Zeit, und wenn man die innern mit dem Holze, die äußern mit dem Baste vergleichen will, so wäre dieß ein Bast, der mit sammt den Holzbündeln durch die ganze Dicke des Stengels zerstreut, und an sie für unbestimmte Zeit (indéfiniment) befestigt ist.

Man begreift nach diesen Andeutungen von vornhinein, bis zu welchem Punkt der Wachsthum eines dikotyledonen und eines monokotyledonen Stengels verschieden seyn muß, und daß wir in diesem weder concentrische Holzschichten, wovon sich jedes Jahr eine erzeugt, noch Bast-Blätter oder Lagen erwarten dürfen.

§. 93. Zum Unglück für unsere Studien fehlen holzige Monokotyledonen in unserem Klima fast ganz, und wir können dem Anfänger nicht, wie bei den Dikotyledonen, Beispiele anführen, die ihm bekannt und leicht zugänglich sind. Aber er wird wenigstens in den Kupfertafeln vieler Reisewerke die Abbildungen von Palmen, den wichtigsten aller monokotyledonen Bäume, finden, und sicher auf den ersten Anblick von dem Unterschied zwischen ihnen und unsern Bäumen überrascht seyn, indem ihm ihr schlanker Stamm, der von oben bis unten fast von gleicher Dicke und überall unbekleidet ist, sich nicht in Aeste und Zweige theilt und nur an seinem Gipfel einen Büschel oder Schopf großer Blätter trägt, sogleich auffallend wird. (Fig. 114, 4.) Die Yucca aloëfolia, die in unsern (französischen) Gärten, besonders des Südens, gar nicht selten ist, kann von den Palmbäumen ein Bild im Kleinen geben.

§. 94. Gehen wir von der äußern Untersuchung einer Palme zur innern über (Fig. 115), so finden wir eine Zahl ordnungslos im Zellgewebe zerstreute Faserbündel, wie wir sie schon vom ersten Jahre an bezeichneten. Diese Bündel haben sich aber außerordentlich vermehrt; in der Mitte des Stengels sind sie viel seltener und viel weiter von einander entfernt (m); je mehr man sich aber der Peripherie nähert, desto zahlreicher, größer und gefärbter werden sie, und bilden endlich nahe derselben einen dichten, schwärzlichen Ring (b). Auf diesen folgt nun bald unmittelbar die zellige Schicht, die man Rinde nennt (e), bald findet sich zwischen dieser und dem Ring ein Gürtel von lose verbundenen, schwächern, schütter stehenden und weniger gefärbten Fasern, dessen Lage und Beschaffenheit ihn oft für einen Baststreifen ansehen ließen.

§. 95. Dieser Bau der Mehrzahl der Palmen wurde schon von den ältern Schriftstellern erkannt. Desfontaines gebührt die Ehre, seine Allgemeinheit in den Monokotyledonen entdeckt, und folgendes sehr einfache Gesetz ausgesprochen zu haben. Nach dem innern Bau der Stämme theilen sich die Gewächse in zwei große Klassen, 1. in die, welche keine deutlichen concentrischen Schichten haben, deren Dichtigkeit vom

Umfang gegen den Mittelpunkt zu abnimmt, und wo das Mark zwischen den Faserbündeln liegt, ohne divergirende Strahlen als Verlängerungen des Markes zu bilden: **die Monokotyledonen**, 2. in die, welche deutliche concentrische Schichten besitzen, deren Dichte vom Centrum gegen den Umfang hin abnimmt, und wo das Mark in einem Längskanal sich befindet, und Markverlängerungen als divergirende Strahlen aussendet: **die Dikotyledonen**. Dieses von Desfontaines so ausgesprochene Gesetz ist bisher noch nicht angefochten worden *).

Nicht so aber die Schlußfolgen über die Art des Wachsthums der Monokotyledonen, die Daubenton anfangs mit vielen Zweifeln daraus zog, die aber später allgemein verbreitet und angenommen wurden. Da die Blätter gewöhnlich alle am Gipfel des Baumes stehen und dabei die jüngsten, also letztgebildeten, die innersten sind, und da in den Blättern sämmtliche fibrös-vaskulöse Bündel, die den soliden Theil des Stammes bilden, sich endigen, die jüngsten Bündel somit zu den jüngsten Blättern gehören: so sind sie also auch die letztgeformten und liegen innerhalb der andern im Centrum. Der Stamm verhärtet folglich stetig durch das Hinzukommen neuer Bündel in seinem Innern, während die alten von ihnen nach außen gedrängt werden und sich mehr und enger an einander schließen, um endlich den vorhin erwähnten Ring (b) zu bilden, der härter ist, als die übrigen Theile des Stammes. Dieß wäre ein Wachsthum, welcher dem der Dikotyledonen gerade entgegengesetzt ist, indem bei diesen die neueste Schicht immer die äußerste ist, und jede um so älter, je mehr sie gegen das Centrum zu liegt. Man schlug den Namen Exogenen für die Stämme der Dikotyledonen vor, die von außen wachsen, und den Namen Endogenen für die Monokotyledonen, die von innen wachsen.

§. 96. Damit aber diese Schlüsse vollkommen wahr und richtig würden, müßten die Bündel stets dieselbe Stellung behaupten und sie in ihrem ganzen Verlaufe in derselben parallelen Richtung bleiben, so daß sie zusammen eine Art Garbe bildeten. Dieß ist aber nun nicht der Fall, denn macht man einen Längsschnitt von einem Palmenstamme, so sieht man die Bündel sich in allen Richtungen beugen, krümmen und kreuzen, eben so wie man es, nur mit mehr Schwierigkeit, in dem kurzen Stengel des Lauchs (poireau) oder jeder andern unsrer krautartigen Monokotyledonen mit kurzem Stengel und dicht stehenden Blättern sehen würde.

Verfolgt man eines dieser Bündel in seinem ganzen Verlauf von oben nach unten, d. h. von dem auf der Oberfläche des Stammes gelegenen Punkt an, wo es sich lostrennt, um in ein Blatt zu gehen: so sieht man, daß es sich im Anfange mehr oder minder schief beugt, und in der Gegend des Mittelpunktes angekommen, gerade nach unten wendet. Daher scheint es von der Centralpartie auszugehen, und da viele Beobachter unterließen, es weiter zu verfolgen, so täuschten sie sich über seinen Ursprung, und stellten den endogenen Stamm auf. Hätten sie

*) Doch in neuester Zeit von Schleiden.

es aber weiter herunter verfolgt, so hätten sie auch gesehen, daß es sich im entgegengesetzten Sinne seiner ersten Richtung, also nach außen wendet, und sich immer mehr und mehr zur Oberfläche begibt, bis es endlich unter die Rinde kömmt und dann einen ziemlich geradlinigen Verlauf annimmt. Es hat somit einen langen, mit seiner Wölbung nach innen gerichteten Bogen gebildet, dessen oberer Theil am stärksten gekrümmt ist. Auf diesem Wege mußte es nach und nach alle Bündel durchkreuzen, die unter ihm liegen und vor ihm geformt waren, weil sie sich zu tiefer stehenden Blättern begeben, und endlich sich außerhalb derselben stellen. Die jüngsten Bündel sind somit unwiderleglich die äußersten, wie sie es bei den Dikotyledonen waren, nur daß die gleichzeitig erzeugten, statt mit ihnen ziemlich parallel zu laufen und mit einander einen Cylinder im Stamme zu bilden, im obern Theil ihres Verlaufs sich gegen einander neigen, im untern aber aus einander gehen. Wir müssen noch zufügen, daß der Bogen, den sie beschreiben, nicht in einer Ebene liegt, und daß also ein ganz senkrechter Längenschnitt uns nicht dasselbe Bündel in seinem ganzen Verlaufe zeigen kann. Sein gewundener Lauf und die Schwierigkeit, es mitten unter diesem Maschenwerk (netzförmigen Gewebe, lacis) zu verfolgen, erschweren diese Untersuchungen auf eine eigene Weise. Man wird übrigens nach den schematischen Figuren, die den Verlauf von vier Bündelpaaren a, b, c, d in den beiden Systemen, in dem endogenen nämlich und in dem eben erklärten darstellen, leicht die verschiedenen Verhältnisse begreifen (Fig. 116).

§. 97. Wir haben erwähnt, daß die Zusammensetzung in den verschiedenen Höhen nicht dieselbe ist. Nach oben sind es die mit dem Holz verglichenen Elemente, welche vorherrschen, nach unten die der Rinde ähnlichen; das Verhältniß der einen zu den andern ändert sich also allmälig. Im obern Verlauf eines Bündels, während dessen sein Bogen sich gegen das Centrum wendet oder daselbst herabsteigt, zeigt es von innen nach außen mehrere eigentliche Spiralgefäße, dann eine Art viel stärkerer von einer andern Ordnung, die von ihren Zellen umgeben sind, endlich in geringerer, gleicher oder wenig größerer Anzahl, Lebenssaftgefäße und starke, dichte Fasern, die denen des Bastes analog sind. Diese letztern aber vermehren sich immer mehr und mehr, und verdicken das Bündel, je weiter es im Herabsteigen sich der Peripherie nähert, so daß man sie tiefer in sehr großer Zahl findet, wo sie nach innen noch von ein oder zwei großen, in Zellgewebe eingeschlossenen Gefäßen begränzt sind, und noch weiter unten endlich sie ganz allein erblickt. Ganz unten, wo das Bündel der Rinde entlang läuft, ist es ganz fasrig und meist sehr schwach geworden; dabei theilt es sich in mehrere partielle Fäden, die mit ihren Nachbarn anastomosiren (in Zusammenhang treten) und so die Verwirrung noch vermehren.

Bei einem horizontalen Durchschnitt des Stammes setzen also diese Fäden die äußere Partie zusammen. Sie sind zart und lose mit einander durch ein sehr feinmaschiges Parenchym verbunden, und bilden mit diesem die Schichte, die man zuweilen für Bast angesehen hat, die aber, wie man sieht, einen ganz andern Ursprung hat, als in den

Dikotyledonen, und die auch zuweilen fehlt. Die harte und gefärbte Schicht ist aus dem Theil der Bündel gebildet, die wesentlich aus einem Haufen dickwandiger Fasern zusammengesetzt sind; in ihrem obern Verlauf sind diese Fasern mit Gefäßen und Holzzellen vergesellschaftet, und erscheinen als die sparsamer verstreuten in der Mitte befindlichen Punkte, so wie jene, die sich gegen die Anheftung der Blätter zu vorfinden. Alle diese Resultate verdanken wir den gelehrten und geistreichen Untersuchungen H. Mohl's.

§. 98. Der Stamm nahm in der ersten Zeit vorzüglich durch das individuelle Wachsthum jedes seiner verschiedenen Elemente zu. Warum aber hört dieser Wachsthum nicht auf, und warum zeigt der Stamm von oben bis unten einen fast gleichen Durchmesser, während es doch scheint, als müßte das immerwährende Hinzutreten neuer Bündel, die neuen Blättern entsprechen, ihn fortwährend verdicken? Die Zahl dieser (hinzukommenden) Bündel ist mit der in den Dikotyledonen nicht zu vergleichen, indem der Stamm allermeist, statt mit Blättern und Aesten allenthalben bedeckt zu seyn, diese nur an seinem Ende trägt, und nur vermittelst einer einzigen Längenknospe in die Höhe wächst. Wir wissen übrigens auch, daß diese Bündel nicht ihrer ganzen Länge nach gleich sind, sondern nach unten immer dünner werden und endlich wahrscheinlich verschwinden. Der untere Theil des Stammes zeigt also nicht die Summe aller Bündel, und die Zahl, die ihn durchzieht, wird unten durch die Verdünnung und oben durch die Verdickung der Bündel ausgeglichen. Zuweilen ist diese Ausgleichung nicht an allen Orten vollkommen, und man sieht Stämme, die an der Basis, in der Mitte oder oben verdickt sind, ohne Zweifel je nach der Lebensperiode, in der der Baum am kräftigsten wächst.

§. 99. Wir haben bisher den Stamm der Monokotyledonen als gänzlich astlos und nur mit einer Endknospe wachsend dargestellt. Dieß ist zwar sehr häufig, aber nicht immer der Fall. Wir sehen eine Menge unserer Monokotyledonen, wie den Spargel, die Asphodelen und viele Gräser sich verästeln; da sie aber nur ein Jahr leben, so läßt sich der Einfluß der Verästelung auf ihr Wachsthum schwer berechnen. Weit schlußfolgenreicher ist die Beobachtung einiger exotischen monokotyledonen Bäume, die sich gleichfalls verästeln, wie z. B. des **Pandanus odoratissimus** (Caquoi) und des Drachenbaums (**Dracaena Draco**). Sie können dann an Durchmesser zunehmen und erreichen oft einen ganz außerordentlichen. Wir brauchen hier nur den berühmten Drachenbaum von Orotava auf den canarischen Inseln aufzuführen, der einer der dicksten bekannten Bäume auf der ganzen Erde ist, so dick, daß man in seinem Stamm, der nach Art unserer Weiden hohl ist, eine Kapelle errichten konnte *).

Wenn sich die Seitenknospen eines schon ausgebildeten Mono-

---

*) Diese so häufig vorkommende Zerstörung des centralen Theils der Monokotyledonenstämme ist ein unwiderlegliches Argument gegen das System der Endogeneität. Eine endogene Pflanze könnte ihres innern Theils beraubt eben so wenig am Leben bleiben als eine exogene, die bis zu einer gewissen Tiefe ihrer äußern Schichten beraubt wird.

kotyledonenstammes entwickeln, so steigen die ihnen entsprechenden Bündel zwischen Rinde und Stamm herab, statt diesen zu durchbohren und gegen sein Centrum zu gehen, und man hat dann eine diametrale Verdickung analog der der Dikotyledonen, immer jedoch mit dem Unterschied, der aus der wechselseitigen Stellung und der Zusammensetzung der Bündel entsteht, die unzertheilt bleiben, wie jene der Centralpartie.

§. 100. Wir haben diejenige Zellenschichte Rinde genannt, welche anfangs mit einer Oberhaut bekleidet ist, sich gewöhnlich durch die Basis der Blätter verdickt, und die äußerste Schichte des Stammes bildet. Ihre Zusammensetzung unterscheidet sich scharf von dem unterliegenden fasrigen Theil, von dem sie sich zuweilen loslöst. Zuweilen aber ist sie sehr dünn, hängt sehr fest an und verschmilzt mit ihr; in einigen sehr seltenen Fällen gewinnt sie eine außerordentliche Entwicklung. So bietet der Stamm des gegenwärtig in unsern Glashäusern nicht seltenen Schmerwurz (Tamus elephantipes) das Ansehen einer Art von Kuppel dar, deren äußere Fläche durch tiefe Furchen in viele Felder getheilt ist, und diese Felder sind eben so viele Platten einer korkähnlichen Substanz; trotz dieser Gestalt aber zeigt das Zellgewebe derselben niemals diese beiden unterschiedenen Hüllen, die korkige und zellige, die wir in den Dikotyledonen beschrieben haben. Wir wissen übrigens, daß man keinen Bast in der Rinde der Monokotyledonen findet, indem das, was man dafür gehalten haben wollte, einen ganz andern Ursprung hat, und nichts anderes ist, als das untere Ende der Holzfasern. Weiters fällt ihm ganz die Rolle des Holzes zu, und es sollte vielleicht auch so genannt werden. Die Rinde unterscheidet sich also eben so gut als das Holz in diesen zwei großen Abtheilungen des Gewächsreiches, so daß sie, wenn man auch ihre Unterscheidung in Endogenen und Exogenen verwirft, deßwegen nicht minder durch anatomische Kennzeichen von großer Wichtigkeit und auffälliger Erscheinung sich von einander trennen.

Stamm der Akotyledonen.

§. 101. Wir haben im §. 27 gehört, daß der Embryo oder die Spore eines akotyledonen Gewächses durchaus keine zur Entwicklung der Wurzel, des Stammes und der Blätter bestimmten unterschiedenen Theile zeigt, sondern gewöhnlich eine einfache, mit körniger Substanz gefüllte Zelle ist. Befindet er sich in Verhältnissen, die seiner Keimung günstig sind, so verlängert sich derjenige Theil, der mit der Erde oder einem andern hinlänglich feuchten Gegenstand in Berührung kömmt, in eine Röhre, welche die Rolle der Wurzel spielt; das andere Ende erweitert sich durch die Erzeugung neuer, um die ursprüngliche außen herumgelagerter Zellen in eine gewöhnlich horizontale Platte, und mehrere dieser Zellen senden ihrerseits wieder solche Wurzelröhren aus. Die Entwicklung vieler dieser Pflanzen geht nicht über diesen Punkt hinaus; es bildet sich gar kein Stamm. Bei mehreren derjenigen, die ganz in Wasser leben, wie die Armleuchter (Chara) z. B., erhebt sich zur selben Zeit, als die Wurzel

sich in den Schlamm senkt, in entgegengesetzter Richtung ein Cylinder den man Stamm oder Ast (?) nennen kann; es ist nichts als eine Reihe mit ihren Enden an einander befestigter verlängerter Zellen oder Röhren. Andere haben schon eine viel zusammengesetztere Art Stamm, der aus einer Vereinigung von Zellen besteht; die äußersten, die ihre ursprüngliche gerundete oder polyedrische *) Form beibehalten haben, bilden eine Hülle um eine Axe aus Zellen anderer Gestalt, die verlängerte oder vollkommene Fasern sind; dieß sieht man z. B. in den Moosen und Lebermoosen. Alle diese Gewächse sind ganz und gar zellig, und wir sehen in ihnen keine Gefäße erscheinen **).

§. 102. Diese zeigen sich erst in den Marsilaceen und den Lycopodiaceen (Bärlapp), deren Stamm eine zellig-vaskuläre Axe in einer zelligen Hülle zeigt. Diese Axe besteht entweder in einem einzigen oder in mehreren Bündeln, die durch ein sehr zartes Parenchym mit einander verbunden sind. Statt in den Dikotyledonen der gewöhnlichen cylindrischen Form sind diese platt, so daß sie wie mannigfaltig gebogene und ihrer Länge nach gefaltete Bänder aussehen. Untersucht man diese zu platten Bündeln vereinigten Gefäße, so findet man nur Ringgefäße, oder am häufigsten die unter dem Namen Treppengefäße beschriebene Form; es sind oft eigentlich nur lange Fasern, die von einander unabhängig sind, statt durch die Verbindung

---

*) Die polyedrische Form ist in sofern keine primitive, als sie eine Menge neben einander liegender und wechselseitig sich drückender Zellen, also ein Zellgewebe voraussetzt.

**) Der Verfasser fertigt hier etwas kurz ab, was man sonst als Stamm einiger Pflanzenklassen beschrieb, und jetzt unter dem Namen Lager oder Thallus begreift. Das Lager ist im Allgemeinen eine Masse meist unregelmäßiger Zellen, die sich zu blatt- oder krustenförmigen Platten ausbreiten, oder auch zuweilen faden- oder stängelförmige Fortsätze bilden. Oft ist es am Boden befestigt oft auch nicht. Im erstern Falle, bei dem krusten-, oft auch bei dem laubförmigen Lager findet man wurzelähnliche Organe, die Haftfasern (rhizulae), welche nicht allein diese Befestigung bewerkstelligen, sondern auch Nahrung aufsaugen. Wo faden- oder stängelförmige Fortsätze vorkommen, entspringen sie aus einem ähnlichen, oft knollen- oder scheibenförmigen Theil, der die gleiche Anheftung hat. Man unterscheidet mehrere Formen des Lagers: 1) das Fadenlager (th. nematodes), 2) das Flockenlager (hyphostroma, rhizopodium, mycelium), 3) das Staublager (th. pulveraceus), 4) das Krustenlager (th. crustaceus), 5) das Hautlager (th. membranaceus), und 6) das Laublager (th. frondosus). Das Fadenlager besteht aus einer einzigen, gestreckten, zuweilen verzweigten, cylindrischen Zelle, oder aus einer Reihe solcher. Es unterscheidet sich vom Stamm dadurch, daß keine Wurzel vorhanden ist und es nur nach einer Richtung sich verlängert. Man findet es bei den Armleuchtern (Chara) und den Algen. Das Flockenlager; zarte, meist gegliederte und verzweigte, filzig verwebte Fäden bei den Pilzen. Locker verbundene Zellen ohne ordentliche Begränzung bilden bei einigen Flechten das pulverförmige Lager, mit deutlicher Begränzung aber das Krustenlager. Das hautartige Lager besteht aus kleinen, kugligen, enger vereinigten Zellen mit viel Zwischenzellensubstanz, und findet sich in mehreren Flechten, Nostok- und Ulvaarten. Am vollkommensten ausgebildet ist das Laublager, welches häufig strauchartig gestaltet ist, und wo innen sich gestreckte unregelmäßige Fadenzellen vorfinden, die von einer Rindenschicht rundlicher Zellen umgeben sind. Es kömmt bei den Flechten und Tangen (Seegras, Fucus) vor.

ihrer Enden eine continuirliche Röhre zu bilden. Alle diese Pflanzen, so weit wir sie bisher auf dem ganzen Erdboden kennen, sind krautartig; aber es scheint nach den fossilen Resten ausgestorbener Species, daß in sehr frühen Epochen es zweifelsohne in diese Familie gehörige Pflanzen gab, die weit größere Dimensionen und eine holzige Beschaffenheit hatten.

§. 103. Es gibt noch eine große und weit verbreitete Familie akotyledonärer Pflanzen, die der Farne, die mit ihrer ähnlichen Struktur uns einen Begriff jener großen antediluvianischen Gewächse geben können. In unsern gemäßigten Klimaten zeigen sich die Farne freilich nur krautartig, oder haben, wenn sie mehrere Jahre leben, kriechende und unter der Erde versteckte Stämme. Wie die Lycopodien, zeigen sie in ihrer Axe ein einziges, oder eine geringe Zahl Bündel, die zum größten Theil aus treppenförmigen Gefäßen zusammengesetzt sind. (Man kann Fig. 48 die Abbildung von einigen Fragmenten solcher Gefäße sehen, die aus einem unserer größten Farne, der Osmunda regalis, genommen sind.)

§. 104. Unter den Tropen und in den anstoßenden warmen Ländern erreichen die Farne einen ganz andern Grad von Entwicklung. Sie werden große Bäume, die sich zu einer Höhe von 15—20 Meter (45—60 Fuß) erheben, und bei ihnen können wir Punkte zur Vergleichung mit den dikotyledonären und monokotyledonären Bäumen auffinden, die früher der Gegenstand unserer Untersuchung waren. Aeußerlich ähneln sie sehr den Monokotyledonen; es sind schlanke, einfache Stämme von fast durchgängig gleicher Dicke, die an ihrem Gipfel ein Büschel großer Blätter tragen, während sie übrigens nirgends mit welchen besetzt sind.

§. 105. Lange Zeit glaubte man auch, ihre innere Struktur sei die der Monokotyledonen. Macht man aber einen Querschnitt durch einen solchen Stamm (Fig. 118) und untersucht man seine Bestandtheile, so erweist sich ein bedeutender Unterschied, denn statt kleiner Holzbündel, die inmitten eines Parenchyms im ganzen Stamme herumstehen, sieht man mehrere große Holzbündel (zl) in einem einzigen Kreise in der Nähe seines Umfangs. Diese Bündel sind bald durch Parenchym von einander getrennt, bald mit ihren Rändern so mit einander vereinigt, daß sie einen zusammenhängenden Ring bilden. Sie umschreiben so einen sehr großen centralen Zellencylinder, der seinem Bau und seiner Stellung nach den Namen des Markes erhalten kann (m). Außerhalb dieses Ringes ist ein anderer zelliger Ring (p), der im jugendlichen Alter der Pflanze mit der Oberhaut, später aber mit einer harten Hülle umgeben ist, welche von den lange Zeit bleibenden Basen der Blätter gebildet ist, die in dem Maße abfielen, als der Stamm sich erhob und sie aufhörten ihn zu krönen. Man erkennt in einem Querschnitt die Gefäßbündel sogleich an ihrer Härte und ihrer gewöhnlich schwärzlichen Farbe. Diese rührt von dem Prosenchym (f) her, das die Gefäße jedes Bündels umhüllt (v). Die Gefäße sind sämmtlich Ring-, gestreifte und besonders Treppengefäße.

Die ganzen Bündel und also der Ring, der aus ihrer Annäherung und Vereinigung entsteht, zeigen gewöhnlich die Form eines der

Länge nach verschieden gefalteten und gebogenen Bandes und bilden so auf einem Querschnitt oft allerhand seltsame und niedliche Zeichnungen. Außer den weißlichen Gefäßen, die den Mitteltheil der Bündel ausmachen und den schwärzlichen prosenchymatösen Zellen, die sie umhüllen, will Herr Schultz zwischen beiden noch Lebenssaftgefäße und Fasern entdeckt haben, die den Bastfasern analog seyn sollen. Herr H. Mohl läugnet aber die Existenz beider. Zuweilen findet man auch in dem centralen Marke kleine runde Gefäßbündel, die aus Gefäßen derselben Ordnung zusammengesetzt sind, wie die des Ringes.

Untersucht man diesen nicht allein in einem Quer-, sondern auch in einem Längsschnitte, so sieht man, daß seine Gefäßbündel nicht einen geradlinigen sondern einen wellenförmigen Verlauf nehmen, indem sie sich abwechselnd von einander trennen und sich wieder vereinigen, und so Zwischenräume zwischen sich lassen, die mit Zellgewebe ausgefüllt sind, welches also das der Peripherie mit dem des Centrums in Verbindung bringt. Man kann diese Anordnung leicht sehen, wenn man das ganze Zellgewebe durch eine Maceration zerstört, welche das fibrös-vaskulöse Gewebe nicht angreift. Dieß bleibt dann als ein hohler Cylinder, als ein Futteral zurück, das von einer großen Zahl ziemlich regelmäßiger Löcher durchbohrt ist, und das man mit dem Holzcylinder der Dikotyledonenstämme, wo die Bündel ebenfalls einen welligen Verlauf haben, oder noch besser mit ihrer Basthülle vergleichen könnte.

§. 106. Diese Beschreibung reicht hin, um den Unterschied zwischen den Stämmen der baumartigen Farne und den der Mono- und Dikotyledonen vollkommen begreiflich zu machen. Er besteht, kurz gefaßt, in der Vertheilung, der Bündel, die in einen Kreis gestellt und nicht anscheinend ganz ordnungslos wie in den erstern verstreut sind, auch nur einen einzigen und nicht wie in den letztern mehrere concentrische Kreise mit eben so viel Rindenschichten *) bilden und, in allen Fällen, in der ganz andern Form und Struktur der Bündel. Niemals fand man noch abrollbare Spiralgefäße darinnen, so wie auch sämmtliche Elemente anders angeordnet sind als in den Kotyledonarpflanzen. Hat der Lernende die Beschreibung beider mit Achtsamkeit durchgegangen, so wird er schell und sicher all die Verschiedenheiten auffassen, die wir hier nicht noch einmal wiederholen können.

§. 107. Der Stamm der baumartigen Farne erreicht durch die Entwicklung seiner verschiedenen Elemente eine gewisse Dicke; dann hört er auf in die Dicke zu wachsen und wächst nur noch in die Höhe. Kaum hat er sich über den Boden erhoben, so hat er auch schon denselben Durchmesser, den er später bei 40—60 Schuh Höhe besitzt, denn er hat dann nur noch einen Gipfelwachsthum, und seine Gefäße, die in jedem Alter und in jeder Höhe dieselben bleiben, vermehren sich nicht, sondern verlängern sich nur.

Man stellt diesen Stamm gewöhnlich als niemals verästelt dar; indessen gibt es doch Beispiele vom Gegentheil, und man sieht in den

---

*) Die aber nicht so getrennt sind und sich so unterscheiden lassen, wie die Holzringe.

Sammlungen des Jardin des plantes (im Original steht Jardin de Paris) einen baumartigen Farn aus Indien, die Alsophila Perrotetiana, der gegabelt ist. Schneidet man diese Gabel ihrer Axe nach durch (Fig. 119), so sieht man, daß man nicht wie in den Dikotyledonen einen dem Stamm eingepflanzten Ast vor sich hat, sondern daß der Stamm sich gleichsam verdoppelt hat, und die Holzröhre oder der hohle Gefäßbündelcylinder sich ohne Unterbrechung in beide gleichförmig fortgesetzt hat.

Viele krautartige Akotyledonen, deren wir schon früher erwähnten, die Farne, die Bärlappe (Lycopodien), die Marsileaceen erscheinen so verästelt; man kann sich aber immer leicht vergewissern, daß diese Verästelung, wie in dem obenangeführten Falle, durch eigentliche Theilung, oder wenn man will, Verdoppelung des Gipfels und niemals durch seitliche Einpflanzung eines Astes geschieht. Jede solche Verästelung bildet eine Gabel, und forscht man ihrem Ursprunge nach, so sieht man, daß sie ihr Daseyn zwei Endknospen verdankt, die statt einer erscheinen. Sie verlängern sich bald gleich, bald ungleich, und verdoppeln oder zertheilen sich ihrerseits wieder, bald beide, bald eine, so daß das Gewächs mehr oder minder ästig erscheint, je nachdem dieß seltener oder öfter geschehen ist.

§. 108. In den Akotyledonen ist es also ein allgemeines Gesetz, daß sie nur gipfelwüchsig sind, und ihr Wachsthum nur durch Verlängerung schon gebildeter Gefäße geschieht, und also darin sich sehr von den Dikotyledonen unterscheiden, wo sich unaufhörlich neue Gefäße auf der Oberfläche der alten bilden. Man hat deßhalb für diese Pflanzen den Namen Acrogenen (Spitz- oder Gipfelwüchsige) als Gegensatz zu den frühern Exogenen und Endogenen vorgeschlagen. Wir wissen aber, daß der letzte ohnehin unpassend ist und unterdrückt werden sollte, und somit bedarf es auch dieses neuen nicht. Alle können aber der Kürze wegen wohl angewendet werden, wobei man jedoch auf ihre Herleitung vergessen, und sie nach den jetzigen Kenntnissen und Begriffen definiren muß.

§. 109. Ehe wir schließen, wollen wir aber noch eine Andeutung über eine Ausnahme des vorigen Gesetzes geben. Sie kömmt in einer höchst sonderbaren Familie der Akotyledonen, bei den Schachtelhalmen oder Equisetaceen vor, deren Stängel mit allen bisher besprochenen nichts Aehnliches haben. Sie haben innen eine weite cylindrische Höhlung, die in Zwischenräumen von Querwänden unterbrochen ist, welche eben so vielen Gliederungen entsprechen; in ihrem soliden Theile, welcher fast ganz zellig ist, zeigen sie viel kleinere Höhlungen, die in einen oder zwei Kreise angeordnet sind. Längs derselben sieht man einige Ringgefäße verlaufen. Außen entspringen von den Gliederungen oder Knoten die Aeste im Kreise. Es ist keine Spur von Blättern da, man müßte nur die häutigen Scheiden dafür nehmen, welche sich ebenfalls an den Knoten innerhalb der Aeste befinden; wären die Scheiden aber aus verwachsenen Blättern entstanden, so müßten doch die Aeste in ihrer Achsel zwischen ihnen und dem Stamme entspringen. Als einen Ersatz für die Blätter [nämlich um die auf den Blättern befindlichen Spaltöffnungen zu ersetzen] ist die Oberhaut

von einer großen Menge in regelmäßige Reihen gestellter Spaltöffnungen besetzt. Wir finden, wie aus diesem kurzen Abriß ersichtlich ist, nichts, was sich mit dem Bau aller früher besprochenen Stämme vergleichen ließe.

Nachdem der Verfasser seine Ansichten über die Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches entwickelt hat und dabei der Eintheilung in Di-, Mono- und Akotyledonen ziemlich treu geblieben ist, wollen wir hier die Anordnung des geistreichen Botanikers Endlicher hinzufügen, die von unserm Verfasser gar nicht in Betracht gezogen wurde. E. nimmt zwei Hauptgruppen an, Zellenpflanzen und Gefäßpflanzen. Die ersten nennt er auch axenlose, Laub- oder Lagerpflanzen (Thallophyta). Sie bilden zugleich nach der Art ihres Wachsthumes seine Ringsumsprosser (pantachobrya), indem sich sämmtliche Lagerarten (s. §. 101) derart vergrößern, daß die neuen Elementartheile sich in centrifugaler Richtung, entweder an der Spitze (beim fadenförmigen Lager) oder am Rande ansetzen. Ihr gegenüber steht die zweite Gruppe, die Gefäß-, Stängel- oder Axenpflanzen, die nach der Art ihres Wachsthums in 3 Abtheilungen zerfallen, in die Endsprosser (Acrobrya) die Umsprosser (Amphibrya) und die Endumsprosser (Acramphibrya). Die Art ihres Wachsthumes charakterisirt er so:

1. Das Anwachsen neuer Elementartheile der Gefäßbündel geschieht zwar continuirlich, aber einzig und allein an der Spitze desselben. Endsprosser. Es ist somit ein einziges zusammenhängendes System von Gefäßbündeln vorhanden, und die Stämme verlängern sich, ohne zugleich dicker zu werden.

2. Der Gipfelansatz neuer Elementartheile der Gefäßbündel vom Umfange des Stammes zur Stammesspitze (punctum vegetationis) ist beschränkt; es entstehen aber immer neue Gefäßbündel und bedecken die bereits vorhandenen. Umsprosser.

Hier ist zwar ebenfalls ein einziges Gefäßbündelsystem, aber dasselbe ist gleichsam vervielfältigt, und der Stamm wächst an der Spitze und an der Peripherie, also in die Länge und Dicke.

3. Der Ansatz neuer Elementartheile der Gefäßbündel geschieht auf eine doppelte Weise. Ein Theil der Gefäßbündel verlängert sich continuirlich durch Gipfelansatz, während sich ein zweiter fortwährend am Umfange vervielfältigt. Endumsprosser.

Es sind also gleichsam zwei Gefäßbündelsysteme vorhanden, oder das ursprünglich Eine sondert sich in zwei Theile, in ein centrales und in ein peripherisches, von denen das erstere dem Gesetze des endsprossenden Wachsthumes folgt, während sich das letztere nach der Norm des umsprossenden Wachsthumes vervielfältigt, und wir finden hier die beiden vorhergehenden Vegetationsweisen vereinigt. Die Endumsprosser wachsen an der Spitze und an der Peripherie wie die Umsprosser, aber nach einer andern Norm.

Es entsprechen die Zellen- oder Lagerpflanzen und die kryptogamischen Endsprosser den Akotyledonen, die phanerogamischen Endsprosser den Monokotyledonen und die Endumsprosser den Dikotyledonen.

Sämmtliche Zellenpflanzen oder Lagersprosser und ein großer Theil der Endsprosser sind Kryptogamen, ein kleinerer Theil der Endsprosser und die ganzen Umsprosser und Endumsprosser sind Phanerogamen.

Die ganze Eintheilung stellt sich also so:

I. Hauptabtheilung.

Laub- oder Lagerpflanzen. Thallophyta (Ringsumsprosser, Pantachobrya.) Axenlose, Zellenpflanzen (Algen, Flechten, Schwämme).

II. Hauptabtheilung.

Stängel- oder Gefäßpflanzen. Cormophyta.

I. Unterabtheilung.

Endsprosser. Acrobrya.

([Lebermoose, Moose, Farne, Marsileaceen, Brachsenkräuter, Bärlappe] Cycadeen, Balanophoren, Hypocisten, Rafflesien).

(Bis einschließlich der Bärlappe »Kryptogamen.« Akotyledonen.)

II. Unterabtheilung.

Umsprosser. Amphibrya (Monokotyledonen). (Gräser, Zwiebelpflanzen, Palmen ɩc.)

III. Unterabtheilung.

Endumsprosser. Acramphibrya. (Dikotyledonen.) (Alle übrigen Pflanzen).

(Nebst den 4 letzten Familien der I. Unterabth. »Phanerogamen.«)

Die Wurzel.

§. 110. Die Wurzel ist derjenige Theil der Pflanze, der eine dem Stamme entgegengesetzte Richtung, also gegen den Mittelpunkt der Erde zu hat. Man nennt Basis ihr oberstes Ende, wo sie mit dem Stamme in dem Punkte zusammenstößt, den wir Wurzelhals nennen; ihr unteres Ende heißt sommet, Gipfel (?) Die ausführliche Untersuchung, die wir mit dem Stamme vorgenommen haben, erlaubt uns hier kürzer zu seyn, da es sich hier zumeist nur um eine Vergleichung beider handelt.

§. 111. Wir wollen die Wurzel wie den Stamm von ihrer Entwicklung an verfolgen. Wir haben schon auseinander gesetzt, wie derjenige Theil des Embryo, den man Würzelchen nennt, nicht ganz der Wurzel, sondern in seinem obern Theile, oft seiner ganzen Länge nach (mit Ausnahme der untersten Partie), dem Stamme angehört. Erst bei der Keimung zeigt sich das Würzelchen wirklich, und auch schon hier unterscheiden sich die drei großen Abtheilungen des Pflanzenreiches. Den Embryo der Akotyledonen, an dem man keine gesonderten Theile und also auch kein Würzelchen unterscheiden kann, und wo die Wurzeln nichts als eine röhrige Verlängerung der Zellen sind, die den Boden berühren, lassen wir bei Seite, und betrachten nur das Würzelchen der Di- und Monokotyledonen, das sich auf eine verschiedene Weise entwickelt. In den erstern entwickelt sich das Wurzelende der Axe, in den letztern (Fig. 120) entsteht daselbst eine

Oeffnung, um das Würzelchen (r) heraustreten zu lassen. Dieses war von einer ihm anhängenden oberflächlichen Schicht der Embryosubstanz bedeckt, welche dann eine Art Scheide (c) an der Basis dieser ersten Wurzel bildet; davon erhielten die Embryonen der Dikotyledonen auch den Namen Exorhizen, weil die Wurzel (*ῥίζα*) außen (*ἔξω*) liegt, und die der Monokotyledonen Endorhizen, weil die Wurzel innen (*ἔνδον*) befindlich ist. Auch nennt man die letztern noch Coleorhizen, von *κολεός*, Scheide.

§. 112. Das Würzelchen, oder die untere Fortsetzung von der Axe der jungen Pflanze zeigt in ihrer weitern Entwicklung zwei wichtige Verschiedenheiten. Bald verlängert und verdickt sie sich fortwährend, sendet mehr oder weniger Aeste aus, kurz spielt in Bezug auf das ganze unterirdische System von sekundären Wurzeln dieselbe Rolle, die der Stängel im oberirdischen Systeme gegen seine Aeste übernimmt. Die Wurzel bildet dann, was man eine Haupt- oder Pfahlwurzel nennt. Dieser Fall kömmt am häufigsten bei den Dikotyledonen vor. Ein andermal entwickeln sich hingegen neben der ersten Wurzel andere fast gleich große, oder selbst größere; sie entstehen ganz nahe an der Basis, ja sie scheinen bei vielen Endorhizen schon im Innern des Embryo völlig gebildet gewesen zu seyn, weil dieser unten von mehreren Oeffnungen, welche um die der Axe entsprechende herumstehen, durchbrochen ist, und eben so viele Würzelchen da heraustreten läßt (Fig. 120, r′, r′, r′, r′) Die verschiedenen Wurzeln, die ohngefähr so ziemlich in derselben Höhe entspringen, entwickeln sich gemeinschaftlich (concurremment) und bilden ein Büschel oder Bündel. Zuweilen verästeln sie sich weiter unten, oft aber bleiben sie auch einfach. Viele Autoren nennen diese Wurzeln zusammengesetzte, büschelförmige oder fasrige (?), Faserwurzeln und im Gegensatz dazu die ersteren ganze (entières), einfache, oder wenn die Axe sich sehr stark senkrecht entwickelt, Pfahlwurzeln (Fig. 121).

Es ist leicht einzusehen, daß durch das wechselnde Verhältniß zwischen der achsenständigen (Haupt-) Wurzel und den Seitenwurzeln alle möglichen Modifikationen als Uebergangsglieder zwischen diesen beiden Hauptformen entstehen können. Die Hauptwurzel, die oft allein vorhanden und bei der Keimung immer die wichtigste ist, kann ihre Wichtigkeit entweder beibehalten oder verlieren, oder endlich gar ganz unthätig werden und eingehen (s'atrophier), und ihre Funktion auf andere übertragen.

§. 113. Der Stamm kann unter gewissen Umständen aus seiner Oberfläche Wurzeln ausschicken, die man hinzutretende oder Adventivwurzeln nennt. Man kann dieß sehr leicht sehen, wenn man einen Weiden- oder Pappelzweig mit seinem untern Ende in's Wasser oder in feuchte Erde steckt, was man einen Steckling nennt. Es erscheinen an verschiedenen Punkten der Oberfläche desselben Fäden, welche sich nach und nach abwärts verlängern; dieß sind die Adventivwurzeln, für die das Stück des Astes dasselbe ist, was die Stammwurzel oder Pfahlwurzel für die Nebenwurzeln. Bei

manchen Gewächsen ist es nicht einmal nöthig, daß ihre Aeste oder der Stamm ins Wasser oder in feuchte Erde kommen, um solche Wurzeln zu treiben; sie wachsen aus ihnen ohne Weiteres hervor und streben vom Punkte ihres Ursprungs vom Stamm oder den Aesten zum Boden herab, so daß sie oft von großer Höhe herabhängen. Diese nennt man insbesondere Luftwurzeln.

Die Adventivwurzeln entspringen nicht gleichförmig und unterschiedslos von allen Punkten, sondern besonders da, wo eine Anhäufung von Nahrungssäften und eine Zerreißung oder Trennung der Oberhaut vorhanden ist, also aus den Knoten des Stammes, aus zufälligen Anschwellungen und Verwundungen desselben, und oft auch aus den Linsenkörperchen oder Lenticellen.

§. 114. Die Entstehung und der Bau der Wurzeln ist im Allgemeinen immer derselbe, mögen sie auch verschiedenen Ursprungs und nun entweder eine Verlängerung des Würzelchens oder seiner Verzweigungen, oder sekundär aus dem Stamme oder den Aesten entsprungen seyn. Anfangs treten sie als ein kleines Häufchen von Zellen auf; die innern verlängern sich bald und mit ihnen das ganze Zellenhäufchen, und später organisiren sich einige zu Gefäßen, die sich auf eine längere oder kürzere Strecke mit denen des Stengels oder Stammes verflechten (enchevêtrent). Der Bau dieser Wurzeln ist in derselben Pflanze auch derselbe, und wir wollen sie hier kurz untersuchen, indem wir erst von ihren gemeinschaftlichen Eigenschaften bei den Pflanzen im Allgemeinen und dann von ihren Modifikationen bei den drei großen Abtheilungen sprechen wollen.

Die Wurzeln besitzen weder Blätter oder ihnen ähnliche Organe, noch Knospen, die mit diesen in einem beständigen Zusammenhange stehen. Ihre Verästlung, wo sie statt findet, ist folglich ganz verschieden von der der Stämme, und tritt so unregelmäßig auf, daß wir ihre Gesetze noch gar nicht kennen. Die Verästelung, die immer feiner und feiner wird, endet mit einer Art Fäden oder Fibrillen, Wurzelfasern, die man auch Haarwurzeln (chevelu) nennt; diese letztern bedecken bei unverästelten Wurzeln oft das untere Ende. Oft scheinen sie allein die Wurzel zusammenzusetzen (vorzustellen), oft ist sie ganz entblößt (?) von ihnen. Die Existenz der Wurzelfasern ist eine vorübergehende; sie sterben auf den ältern Theilen der Wurzel ab, während auf den jüngern Enden wieder neue entstehen.

§. 115. In diesen jüngern Enden ist aber gerade eine der Hauptverrichtungen der Wurzel in ihrer größten Thätigkeit, nämlich der Uibergang von Flüssigkeiten aus dem umgebenden Boden in die Pflanze. Man hat geglaubt, daß sie vorzüglich durch Hilfe der zelligen Auftreibungen geschähe, in die sich die Wurzelfasern oder letzten Würzelchen endigen, indem sie sich wie Schwämme mit der sie umgebenden Flüssigkeit ansöffen, und gab ihnen den Namen Wurzelschwämmchen (spongiolae). Durch genaue mikroskopische Untersuchungen aber wurde man belehrt, daß man sie unter zu schwachen Vergrößerungen betrachtet und eine Ansammlung schleimiger Flocken oder klet-

ner anhängender fremder Körperchen dafür angesehen hatte *). Einige Wurzeln endigen sich allerdings mitunter in eine Art von zelliger Auftreibung oder Haube, die aus loserem Gewebe besteht, als die übrigen Theile, wie z. B. beim Froschbiß (Hydrocharis); bei andern aber ist das Gewebe im Gegentheil nur noch dichter und fester, wie z. B. bei der Wasserlinse (Lemna); oft aber ist das Wurzelende gar nicht im Geringsten aufgetrieben, und bloß mit einer Oberhautschicht überzogen, die vollkommen dieselbe ist, wie an der übrigen Wurzel.

Die Enden der stärkeren Wurzeläste welken nicht ab, wie die Wurzelfasern, sondern fahren fort zu wachsen; ihr Gewebe ist ein im Entstehen begriffenes, und hat somit auch dessen Aussehen, wodurch natürlich ein Unterschied zwischen der Struktur dieses und der übrigen Wurzeltheile entsteht, deren Gewebe schon den höchsten Grad seiner möglichen Entwicklung erreicht hat.

§. 116. Die Oberhaut der Wurzel (Fig. 87) differirt von der des Stammes durch den Mangel der Spaltöffnungen. Deßhalb und auch ihres übrigen Baues wegen ist sie weniger von dem unterliegenden Zellgewebe unterschieden.

Die Zellen, die sie bilden, verlängern sich oft in einfache Haare oder in Papillen. Gewöhnlich sieht man sie gegen die Basis des Würzelchens zu, so wie es nur zu keimen anfängt, auf den letzten und allerjüngsten Verästlungen, auf den Wurzelfasern oder Fibrillen. Diese Verlängerungen vermehren die Oberfläche der Wurzel zu einer Zeit, wo sie wahrscheinlich, wenn auch in geringerem Grade, die Verrichtung der Wurzelenden, Flüssigkeit einzusaugen, mit übernimmt. Dieß sind die Oberhauthaare, die einige Autoren als Wurzelfäserchen oder Haarwurzeln genannt haben, und es kann aus dieser Gleichheit des Namens für zweierlei Organe, von denen das eine einfach und das zweite zusammengesetzt ist und das erstere oft selbst besitzt, leicht eine Verwirrung entstehen.

§. 117. Die Gefäße, die man in den Wurzeln bis nahe an ihre Endigungen findet, sind dieselben wie im Stamme, mit Ausnahme der abrollbaren Spiralgefäße, die nur ausnahmsweise vorkommen und selbst da noch zweifelhaft sind. Die Fasern sind gleichfalls dieselben.

Das Zellgewebe zeigt sich gewöhnlich strotzend von Säften, und die häufige Anwesenheit großer Mengen von Stärkmehl in ihren Höhlungen beweist, daß die Wurzel außer ihrer Verrichtung, aufzusaugen und den rohen Nahrungssaft zuzuführen, noch einer zweiten vorsteht, nämlich die schon verarbeiteten Nahrungsstoffe aufzuspeichern. In diesem Falle erhält dieser Theil des Gewebes eine außerordentliche Ausdehnung, und es schwellt die Wurzel entweder stellenweise oder ganz an. Bald ist es der Stamm der Wurzel oder die Pfahl-

---

*) Das mag wohl zuweilen der Fall gewesen seyn, aber nicht immer oder sehr häufig, denn viele Pflanzen sind wirklich mit sogenannten Wurzelschwämmchen, d. h. mit einer Haube von etwas veränderten Zellen versehen, ohne daß diese jedoch ein eigenes für die Ernährung bestimmtes Organ sind. Die weiter unten erwähnten Wurzelhaare und Papillen kommen häufig an und oberhalb den Wurzelschwämmchen vor.

wurzel selbst, die so verdickt ist, und dann kann diese Verdickung an der Basis vorhanden seyn, wie bei der gelben Rübe (Möhre, **Daucus Carota**) oder in der Mitte, wie beim Radieschen (**Raphanus sativus**); bald sind es bei einer zusammengesetzten oder Faserwurzel alle Aeste oder nur einige, und sie verdicken sich dann in gewissen Distanzen zur Rosenkranzform wie im traurigen Storchschnabel (Pelargonium triste) Fig. 123, oder bloß an einem Punkte in der knolligen Spierstaude (Spiraea filipendula), Fig. 124, oder endlich ihrer ganzen Ausdehnung nach, wo sie eine kuglige, eiförmige oder verlängerte Form annehmen, wovon die Knabenkraut-Arten (Orchis. L.) mehrerlei Beispiele darbieten. Diese stärkmehlhaltigen Anschwellungen nennt man Knollen (tuber) und solche Wurzeln knollig (tuberosus). Wenden wir uns nun zu einem Vergleich der Wurzeln in den drei großen Abtheilungen des Pflanzenreiches.

§. 118. Wurzel der Dikotyledonen. Bei dieser Abtheilung und besonders bei den Bäumen trifft man die Pfahlwurzeln am häufigsten an, und ihre Verästlung zeigt in Zahl, Größe und Ausdehnung häufig so ziemlich die des Stammes an. Oft geht die Pfahlwurzel nicht tief, und erschöpft sich nahe an der Basis in Aesten, die sich seitlich sehr bedeutend entwickeln, und eben so ist es dann mit dem Stamme. Trotz dieser häufigen Aehnlichkeiten ist das Verhältniß der Wurzel zum Stamme, sowohl in Gestalt als Größe, durchaus kein konstantes zu nennen. Es gibt sehr kleine Gewächse mit sehr großen Wurzeln, und es gibt sehr kleine Wurzeln bei sehr großen Bäumen, die dann auch sehr leicht entwurzelt werden.

Vergleicht man den innern Bau des Stammes und der Wurzel eines dikotyledonen Baumes, so findet man, daß die letztern sich vom erstern durch den Mangel des Markes und der Markhülle unterscheiden. Holz ohne Spiralgefäße macht folglich den Mitteltheil, die Axe der Wurzel aus. Man ist wohl zu weit gegangen, indem man dieses allerdings charakteristische Merkmal als unbedingt und allgemein wahr aufgestellt und vorausgesetzt hat, daß das Mark sammt der Markhülle immer vollkommen im Wurzelhalse endige. Dieß gilt wohl für die Mehrzahl der krautartigen Pflanzen, aber nicht für alle Bäume. Der Wallnußbaum (Juglans regia) und die Roßkastanie zeigen z. B. das Mark sehr ausgezeichnet, auf eine bedeutende Strecke in die Wurzel fortgesetzt.

Die Wurzeln wachsen übrigens in die Dicke wie der Stamm, indem sie jährlich eine Schicht Holz und eine Schicht Rinde ansetzen, ihr Wachsthum in die Länge ist aber nicht dasselbe. Beim Stamm und seinen Aesten wachsen die Triebe, so lange es eben dauert, in ihrer ganzen Länge, bei den Wurzeln aber wächst immer nur der äußerste Theil, wie wir schon früher erwähnt hatten. Von dieser Thatsache kann man sich leicht überzeugen, indem man in gewissen Entfernungen Zeichen an einen Trieb und an eine Wurzel macht; auf dem erstern werden sie sich alle von einander entfernen, auf der letztern aber werden sie unverrückt stehen bleiben, und die ganze Länge, um die sie zugenommen hat, wird jenseits des letzten liegen.

Wenn wir früher das Fehlen der Knospen als ein Merkmal angegeben haben, welches die Wurzeln streng von Stamme unterscheidet, so verstanden wir nur die regelmäßigen Knospen darunter, die in einer regelrechten und im voraus berechenbaren Stellung am Stamme gewöhnlich oberhalb der Blätter entstehen. Wir werden sehen, daß sich auch welche da oder dort auf ungewöhnlichen Punkten am Stamme erzeugen können, wenn sich die günstigen Umstände dazu einfinden. Solche hinzutretende oder Adventiv-Knospen entwickeln sich nun auch zuweilen aus der Wurzel, besonders wenn sie in die für sie außerordentlichen Verhältnisse kömmt, die für den Stamm die gewöhnlichen sind. Diese Erzeugung von Adventiv Knospen auf der Wurzel und von Adventivwurzeln aus dem Stamme ist ein wichtiger Wechselbezug zwischen beiden.

Um den Vergleich zu schließen, wollen wir noch hinzufügen, daß die Anomalien des Stammes sich ziemlich genau in der Wurzel wiederholen. Davon überzeugt uns ein Blick auf die Menispermacéen, deren Wurzel in unsern Apotheken als Pareira brava und auf die kletternde Windenart, die als rad. Turbith geführt wird.

§. 119. Wurzel der Monokotyledonen. Sie ist meist zusammengesetzt (Fig. 120, 122, 125), und ihre Aeste theilen sich wohl zuweilen, bleiben aber auch oft ungetheilt. Alle diese einzelnen Wurzeln, die zusammengenommen die zusammengesetzte bilden, bleiben nicht beständig, wenn auch der Stamm fortlebt, sondern sterben in der Ordnung ab', in der sie sich entwickelt haben, im Kreise immer mehr nach außend gehend, indem die des ersten Jahres sich unmittelbar um das Würzelchen herum bildeten, welches selbst die Verlängerung der Axe war. Die Luftwurzeln, die bei den Dikotyledonen so selten vorkamen, zeigen sich hier häufig. Man sieht sie höher oder tiefer vom Stamm abgehen, und bei vielen Palmen erzeugen sie sich in solcher Menge an der Basis des Stammes, daß sie ihn ganz bedecken und bedeutend dazu beitragen, ihn zu verdicken. Ihr innerer Bau ist der des Stammes. In großen Wurzeln findet man mehr oder weniger fibrös-vaskulöse Bündel in einem Parenchym, einzelner gegen das Centrum und dichter, zahlreicher gegen den Umfang zu, und eine zellige Rindenhülle, unter der oft noch eine fibröse Schicht liegt. In kleinen Wurzeln drängen sich diese Bündel an einander oder beschränken sich auf ein einziges, welches die Axe bildet und von einer zelligen Schicht umgeben ist. Ein Unterschied macht sich aber doch in der Vertheilung der Elemente dieser Bündel von jenen des Stammes bemerkbar; ihre Gefäße, die in einfachen Reihen stehen, oder oft V förmig getheilt sind (Fig. 126) und in Bezug auf die Axe der Wurzel strahlenförmig verlaufen, werden von innen nach außen kleiner, desto kleiner (vs) und auch desto früher gebildet, je weiter sie nach außen stehen; desto größer (vp), obwohl von späterer, weniger vorgeschrittener Bildung, je mehr sie sich nach innen befinden, was gerade das Gegentheil von der Anordnung und der Entwicklung der Bündel im Stamme zu seyn scheint.

§. 120. Wurzel der Akotyledonen. Hier gibt es kein durch die Keimung entwickeltes Keim-Würzelchen. Also wird die Funk-

tion der Wurzel, das Aufsaugen des Nahrungssaftes, nur von den mehr erwähnten (§§. 110, 111) röhrenförmigen Verlängerungen der Zellen verrichtet, welche den Zellen in der Oberhaut anderer Wurzeln gleichen. Ist der Stamm einmal entwickelt, so sendet er Adventivwurzeln aus *), die einzigen, die man bei diesen Pflanzen beobachtet. Sie entwickeln sich meist an den Knoten, entweder rund um, wenn der Stamm sich gerade erhebt, oder an der Bodenseite, wenn er auf der Erde aufliegt. Bei den Stämmen der Baumfarne häufen sich diese Wurzeln an dem untern Theile so an, daß sie seine Dicke auf das Doppelte und Dreifache vermehren (Fig. 117, r a); daher rührt die konische Form, die viele von ihnen bis zu einer gewissen Höhe zeigen, wo endlich der Stamm frei wird von dieser Art dichter Behaarung, die unten von den Luftwurzeln gebildet wurde. Diese Wurzeln wiederholen immer die Organisation der Pflanze, zu der sie gehören; sie sind rein zellig, wenn es diese ist, und zeigen Zellen und Gefäße in jenen schon erwähnten Fällen, wo diese bei einer akotyledonen Pflanze vorkommen. Sie zeigen sich dann in der Form von mehr oder weniger zerstreuten einfachen oder ästigen Fäden, in deren Axe ein fibrös-vaskulöses Bündel läuft, um das herum eine Zellenschicht liegt, die von einer im Alter bräunlich und schwärzlich werdenden Hülle überzogen ist. Das Bündel zeigt häufig die Form einer tief cannelirten Säule mit scharfen Ecken, im Schnitt also die eines oft sehr niedlichen Sterns. Seine Fasern und seine Gefäße sind von derselben Art wie die des Stammes. (§. 105). In vielen Farnen und Lykopodien steigen diese Bündel, ehe sie in die Adventivwurzeln hinaustreten, auf eine gewisse Länge quer durch das Parenchym herab, in manchen alten Lykopodienstämmen auch zwischen dem Parenchym und dem centralen fibrös-valskulösen Bündel, die sich von einander getrennt und einen leeren Raum zwischen sich gelassen haben.

B l ä t t e r.

§. 121. Wir haben die Axe der Pflanze 1) in ihrer aufsteigenden Richtung oder als Stamm, und 2) in ihrer absteigenden, als Wurzel, untersucht. Wir sahen die Wurzel seitliche Verlängerungen ausschicken und in vielen Fällen, diese in Bezug zur Hauptwurzel, die in ihrer Entwicklung früher oder später stehen bleiben kann, ein größeres oder geringeres Volumen annehmen. Oft kann sie sich auch gar nicht entwickeln, und dann stellen diese seitlichen Bildungen die gesammte Wurzel vor. Es kann sogar jede absteigende Entwicklung der Axe gänzlich fehlen und die Wurzeln sich aus dem untern Ende des Stammes entwickeln. Dieses Herabsteigen auf niedere Entwicklungsstufen scheint im gleichen Schritte mit der Stufenleiter der Pflanzen selbst zu gehen; denn wir sahen die größte Entwicklung der Axe

*) Dieß sind die sognannten H a a r w u r z e l n (rad. capillosa s. capillaris) und N e b e n- H a a r f a s e r n (fibrillae accessoriae) der Laub- und Lebermoose. Uibrigens entwickeln sich bei jungen Moosen die Haarwurzeln auch am Grunde des Stengels, verschwinden aber bald, und dann bleiben nur die obenerwähnten zurück.

nach abwärts in den Dikotyledonen, eine geringere bloß zu Seitenwurzeln bei den Monokotyledonen, und endlich gar keine in den Akotyledonen.

§. 122. Wir wollen nun zu den seitlichen Entwicklungen des Stammes, zu den Blättern und Knospen übergehen. Wir werden die Blätter zuerst für sich in ihrem Bau und ihrer Form und dann in ihren wechselseitigen Beziehungen zum Stamme betrachten.

Bau der Blätter im Allgemeinen.

Die Blätter sind diejenigen meist platten und grünen Ausbreitungen, die am Umfange des Stammes entspringen, und die in dieser gewöhnlichen Form Jedermann bekannt sind. Das gewöhnlich verschmälerte Ende, durch das sie mit dem Stamm zusammenhängen, heißt Basis, das entgegengesetzte Spitze.

Die Basis verschmälert sich öfter zu einem im Allgemeinen stab- oder walzenförmigen Körper, in dem die Längendimension die Breitendimension (allermeist, aber nicht immer) bedeutend übertrifft, und so eine Art von mehr oder minder schlankem Zweig bildet. Dieß nennt man den Blattstiel (petiolus).

Nicht selten sieht man diesen Blattstiel an seinem untern Theile, mit dem er am Stamme sitzt, sich verbreitern und diesen auf einen größern oder kleinern Theil umfassen. Man nennt dieß eine Scheide (vagina); oft aber scheint diese Scheide sich ganz oder zum Theil vom Blattstiel loszutrennen *), und bildet dann jederseits ein kleines Anhängsel von der Form eines kleinen Blattes, und dieß heißt dann Nebenblatt (stipula).

Das vollkommene Blatt kann man also eigentlich als aus 3 Theilen bestehend betrachten: 1) dem, der die seitliche, gewöhnlich flache Ausbreitung vorstellt, der Scheibentheil oder die Scheibe **); 2) dem Blattstieltheil oder Blattstiel schlechtweg; und 3) dem Scheidentheil, der von der Scheide oder den Nebenblättchen gebildet wird. Ein Blatt des Knöterichs (Polygonum hydropiper) (Fig. 127) zeigt alle 3 Theile sehr deutlich. In andern Pflanzen ist das Blatt bloß aus zwei oder einem einzigen dieser Theile gebildet, indem bald die Blattscheide fehlen, d. h. mit dem Stengel verwachsen bleiben, bald die Scheibe sich unmittelbar am Anheftungspunkte ausbreiten und so der Blattstiel fehlen, bald irgend ein Theil sich auf Kosten des andern unmäßig entwickeln kann. Da die Scheibe derjenige Theil ist, welcher gewöhnlich die größte Ausdehnung hat und zuerst gebildet wird, so ist er auch derjenige, der im gewöhnlichen Leben unter der Benennung Blatt verstanden wird, und in dem die Verrichtungen, zu denen dieses wesentliche Organ der Pflanzen bestimmt ist, vor sich gehen. Wir werden daher mit seiner Untersuchung den Anfang machen

---

*) Oder, wenn man will, mit dem Stengel theilweise zu verwachsen.

**) Im französischen Original steht »partie limbaire, limbe (limbus),« ein Ausdruck, der von den deutschen Botanikern wohl nur bei der Blumenkrone angewendet wird, während für die Blattscheibe gewöhnlich »lamina« gebräulich ist.

und zuerst die Blätter vornehmen, die in der Luft, und sodann, die im Wasser leben.

§. 123. Luftblätter. Ihr Bau. Im Laufe des ersten Jahres, wenn sich der Stamm oder Ast gebildet hat, zeigen und entfalten sich die Blätter rund um denselben. Zuerst sieht man sie als kleine Massen oder Platten gegen einander gedrängt dastehen. In dem Maße, als der Stamm sich verlängert, entfernen sie sich von einander und vergrößern sich, indem sie nach und nach die Form und das Ausmaß annehmen, das ihnen zukömmt und für immer verbleibt. Sind sie endlich dahin gekommen, so zeigen sie dem Untersuchenden dieselben Elemente, die der Stamm besitzt, und die sich aus diesem in sie fortzusetzen scheinen, also dieselben Gefäße, Fasern und dasselbe Parenchym. Diese Gefäße und Fasern sind im Stamme selbst in ein Bündel vereinigt, und bleiben es oft, während sie sich zugleich vom Stamme lostrennen und das gibt dann einen Blattstiel. Dieses Bündel ist gewöhnlich kein einfaches, sondern aus mehreren sich an einander legenden zusammengesetzt; trennen sich nun die seitwärts liegenden am Ursprung oder der Basis des Blattes, so entsteht eine Scheide oder Nebenblätter. Bald näher, bald ferner von der Basis fangen alle die Bündel an sich von einander zu entfernen, und da beginnt die Scheibe, die nichts als ein Produkt ihrer Ausbreitung ist. Die fibrös-vaskulösen Bündel bilden den festesten Theil des Blattes, sein Gezimmer oder Skelett so zu sagen, und ihre Zwischenräume sind mit Parenchym ausgefüllt. Das Ganze ist mit Oberhaut überzogen, die eine Fortsetzung von der des Stammes ist.

§. 124. Die Scheibe, die eine flache Ausbreitung ist, hat nothwendigerweise zwei Flächen (pagina) und zwei Ränder (margo), die von der Basis ausgehend sich an der Spitze wieder vereinigen. Bei dem größten Theil sämmtlicher Pflanzen *) und bei fast allen in unsern Länder steht das Blatt perpendikulär oder ein wenig schief zum Stamm (also an und für sich fast oder ganz horizontal), so daß es eine obere gegen den Himmel und eine untere gegen die Erde schauende Fläche und nach rechts und links liegende Ränder hat.

§. 125. Die Blatt-Scheibe, so flach sie auch seyn mag, hat doch eine gewisse Dicke, welche [zwischen den beiden Oberhautschichten] von dem Parenchym und den fibrös-vaskulösen Bündeln ausgefüllt wird. Es frägt sich nun, findet man Gefäße und Zellen verschiedener Art darin, und wenn, wie sind sie in Bezug auf einander vertheilt? Wir haben gesagt, daß die Bündel mit denen des Stammes zusammenhängen; wir wissen weiters, daß diese in den Stämmen der Monokoty-

---

*) Der Anblick der Bäume und Wälder von Neuholland setzte alle Reisenden in Erstaunen durch den eigenen Eindruck, den die Vertheilung von Licht und Schatten in ihnen auf das Auge macht, und man bewunderte diese seltsamen Effekte, ohne ihre Ursache zu erkennen. Herr R. Brown gab bei seinem Besuche dieser Länder bald die Erklärung dieser ungewöhnlichen Lichteffekte, indem er zeigte, daß die Mehrzahl der Bäume statt horizontaler Blätter vertikal stehende trage, so daß das Licht, statt auf horizontale Platten zu fallen, längs vertikalen hingleitet. Bei manchen Arten sind es wirkliche Blätter, bei andern aber nur Phylloden (§. 141).

ledonen, so wie in denen der Dikotyledonen des ersten Jahres tiefer innen aus abrollbaren Spiralgefäßen (Fig. 128, b.) weiter außen aus Gefäßen anderer Art, aus gestreiften oder punktirten (v) und aus Holzfasern (f), und zu äußerst aus Lebenssaftgefäßen und Rindenfasern zusammengesetzt sind. Alle die Verhältnisse dieser constituirenden Elementartheile bleiben im Blatte dieselben (Fig. 128, p). Das Bündel, das im Stamme vertikal stand, muß, indem es nun horizontal oder schief zu liegen kommt, sich so drehen, daß der Theil, der früher nach innen stand, nach oben, und der nach außen gerichtet war, nach unten sehen muß. Ein fibrös-vaskulöses Bündel eines Blattes zeigt nun auf seiner gegen die obere Fläche gewendeten Seite zuerst Spiralgefäße (f), dann Gefäße anderer Ordnungen (v) nebst Fasern (f), auf seiner gegen die untere Fläche gewendeten Seite aber Lebenssaftgefäße und bastähnliche Fasern (l), so daß man gewissermaßen die obere Fläche mit dem Holz, die untere mit der Rinde vergleichen könnte.

§. 126. Auch die Oberhaut zeigt im Allgemeinen auf der obern und untern Fläche bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Wir haben schon früher (§. 41) davon gesprochen, daß die Stomatien auf der untern Fläche viel zahlreicher sind, als auf der obern. Sie trägt auch häufig Haare oder Schuppen, während sie der obern fehlen, und gewinnt dadurch eine bedeutende Aehnlichkeit mit der Oberfläche der Oberhaut der jungen Pflanze. Bei den Blättern hingegen, die auf dem Wasser schwimmen, wie die der Seerosen (Nymphaea) z. B., ist die obere Fläche mit Spaltöffnungen besetzt, während sie der untern fehlen. Bei allen Blättern findet man übrigens Stomatien nur auf der Fläche, die dem Zellengewebe, und vermißt sie auf jener, die den fibrös-vaskulösen Bündeln entspricht.

§. 127. Das Parenchym, als der Sitz der eigenthümlichen Verrichtungen des Blattes, verdient eine eigene Untersuchung.

In zarten und dünnen Blättern (Fig. 129 und 130) kann man gewöhnlich zwei Partien oder Schichten dieses Parenchyms unterscheiden, eine obere und eine untere. In allen beiden sind die Zellen im normalen Zustande mit Körnchen gefüllt, die vom Chlorophyll grün gefärbt sind; aber sie besitzen nicht in allen dieselbe Anordnung und Form. In der obern (ps) unmittelbar unter der Oberhaut (es) findet man eine, 2 oder 3 Schichten von länglichen Zellen, die viel schmäler als die der Oberhaut und an beiden Enden abgestumpft sind, perpendikulär auf der Blattfläche stehen, und sich so dicht an einander drängen, daß sie zwischen sich nur sehr enge Gänge lassen (m), zuweilen sich jedoch so von einander entfernen, daß sich zwischen mehreren von ihnen eine Lücke bildet, die oft einer Spaltöffnung entspricht. (Fig. 83, s.) Die untere Schichte (pi) ist von unregelmäßigen Zellen zusammengesetzt, die bald ästig (sternförmig?) sind, und dann mit den Enden ihrer Fortsätze zusammenhängen, bald einfach, rundlich oder länglich sind, und mit dem größten Theil ihrer Oberflächen an einander kleben, immer aber zwischen sich zahlreiche Lücken lassen (l), die mit einander communiciren, und ein lockeres netzartiges Parenchym bilden, das man schwammig oder cavernös (höhlig) nennen könnte. Diese

Lücken liegen unmittelbar unter der Oberhaut der Unterseite, die bekanntlich von einer viel größern Menge Spaltöffnungen durchbohrt ist als die obere, und entsprechen stets genau einer solchen. Das Parenchym dieser Blätter ist also nach oben immer viel dichter (ps), nach unten lockerer (pi) durchbrochen von einer größern oder geringern Menge von Lücken, die entweder unmittelbar oder durch Gänge und nach außen mit den Spaltöffnungen communiciren.

Seine Stellung ist in den dicken Blättern der sogenannten Fettpflanzen nicht dieselbe, indem ihre dicken großen Zellen wenig Zwischenräume zwischen sich lassen, und keine grünen Körnchen in sich enthalten, besonders gegen die Mitte zu, wo ein Haufwerk weißer Zellen gleichsam eine Art Mark vorstellt.

Es wäre unnütz, sich hier über alle die Verschiedenheiten auszusprechen, welche das Parenchym der Blätter je nach der verschiedenen Pflanze, der verschiedenen Stelle, die sie einnehmen, und selbst nach dem Alter zeigt. Das Vorhandensein einer gewissen Menge von Gängen und Lücken, von denen sich die äußersten in die Stomatien öffnen, und das beständige Verhältniß, in dem diese Höhlungen mit der grünen Färbung des Blattes stehen, sind die zwei allgemein vorkommenden Thatsachen, die man nicht aus dem Auge verlieren muß.

Durch sehr feine, senkrecht auf die Blattfläche geführte Querschnitte (Fig. 130) kann man sich bald von dieser Anordnung überzeugen; sie sind besonders interessant, wenn sie einige Stomatien treffen. Den Zusammenhang der Spaltöffnungen mit den Lücken kann man auch an kleinen Oberhautlappen beobachten (Fig. 131), mit denen man eine kleine Schicht der ihnen anhängenden grünen Zellen abreißt, die unter dem Mikroskop als ein grünes Netz erscheinen, dessen Maschen ungefärbte Höfe (aréoles) umschreiben, in denen gewöhnlich eine Spaltöffnung steht.

§. 127. 2. Untergetauchte Blätter. Die unter dem Wasser lebenden Blätter zeigen einen sehr verschiedenen Bau. Vorerst besitzen sie keine Oberhaut, also auch keine Spaltöffnungen. Ferner fehlt auch das Skelett von fibrös-vaskulösen Bündeln, und wenn man auch es zuweilen von außen zu sehen glaubt, so zeigt eine genauere Untersuchung mit hinreichende Vergrößerung nur verlängerte Zellen, wo man der Analogie nach Gefäße zu finden meinte. Das Blatt wird also allein aus Zellen zusammengesetzt; diese Zellen, die gewöhnlich nur zwei oder drei Schichten hoch über einander stehen, also zum größten Theil mit der umgebenden Flüssigkeit in Berührung sind, zeigen sich gewöhnlich als regelmäßig, genau mit einander verbunden, ohne zu Gängen verlängerte oder zu Lücken ausgedehnte Zwischenräume, stets aber durchgängig mit großen grünen Körnchen angefüllt. (Fig. 132 p). In den dickeren Blättern findet man allerdings zuweilen Lücken (Fig. 132 l), aber dann sind sie, die sonst meist eine sehr regelmäßige Gestalt und Stellung haben, weder unter einander, noch mit der Außenwelt im Zusammenhang, sondern sind durch die Wände der umgebenden Zellen vollkommen geschlossen. Sie scheinen bestimmt, das spezifische Gewicht des Blattes zu verringern, um es im Wasser schwe-

bend zu erhalten, und spielen somit die Rolle der Schwimmblase bei den Fischen *).

Zieht man solche Blätter aus dem Wasser, so trocknen sie sehr schnell aus und schrumpfen ein, was sich sehr leicht durch den Mangel eines festen Blattskelettes und der Oberhaut erklärt, vermög dessen die im Gewebe enthaltenen Flüssigkeiten schnell verdunsten.

Allgemeine Form der Blätter.

§. 128. Wie wir so eben hörten, bestehen die Blätter aus Parenchym und aus Bündeln, die entweder aus Gefäßen und Fasern, oder in den niedriger stehenden Wasserpflanzen aus langen gestreckten Zellen gebildet sind. Diese Bündel, die man meist schon von außen sieht, besonders auf der Unterseite, wo sie oft hervorspringen, haben den Namen Nerven (nervi) erhalten, und ihre verschiedene Stellung nennt man Nervation, Nervenstellung oder Vertheilung (nervatio). Von ihr und der Ausfüllung der Räume zwischen den Nerven hängt die allgemeine Form des Blattes ab. Die Bündel, die die Nerven bilden, können ein längeres oder kürzeres Stück vereinigt bleiben, und dann sich seitlich ausbreiten, wodurch denn Blattstiel und Blattscheibe gebildet werden.

§. 129. Wir wollen später den erstern untersuchen, zuerst aber von dem Falle sprechen, wo das Bündel unzertheilt endet und das Blatt also die Form eines Blattstieles behält. Endigt es in eine Spitze, so erinnert seine Form an die einer Nadel, und es heißt ein nadelförmiges Blatt (fol. acerosum), oder eine Nadel schlechtweg. Man sieht sie an vielen unserer immergrünen oder darnach genannten Nadelbäumen (Coniferen), wie an den Tannen, Fichten, Lärchen (Fig. 133).

§. 130. Gewöhnlich trennt sich dieses Bündel in mehrere, und die Bündel zweiter Ordnung können sich nun von einander entfernen, indem sie auf derselben Ebene bleiben, und in diesem Falle bietet das Blatt nur die Dimensionen in die Länge und Breite dar, d. h. es ist flach, — oder sie können in verschiedenen Ebenen liegen, wo es dann alle drei Dimensionen hat, also die Form irgend eines Körpers, eines Keils, Cylinders u. s. w. besitzt.

§. 131. Im ersten Falle können die Nerven, indem sie sich von einander trennen, zwar in derselben Ebene liegen, diese Ebene aber mit der des Blattstiels einen Winkel machen, statt wie gewöhnlich mit derselben in einer Richtung zu bleiben. Das Bündel theilt sich dann in mehrere einander ziemlich gleiche, die bei ihrer Zertheilung eine Stellung annehmen, wie ohngefähr die Finger einer ausgespreizten Hand, und man nennt eine solche Nervenvertheilung dann handförmig (palmata) und das Blatt ein handnerviges, — oder es geht in der Richtung des Blattstiels bis gegen die Spitze der Blattscheibe zu, indem es rechts und links Bündel zweiter Ordnung ausschickt, die zu ihm stehen, wie der Bart einer Feder zum Schaft,

---

*) Dieß ist eine Rolle, die man der Schwimmblase nicht mehr zuschreibt, sondern sie vielmehr als Hülfsorgan bei der Respiraton ansieht.

daher man eine solche Nervenvertheilung gefiedert (pinnata) und das Blatt fiedernervig nennt. Der große Nerv (nm), die Fortsetzung des Blattstiels (p), heißt der Mittelnerv, oder auch die Blattrippe, die seitswärts unter einem spitzern oder stumpfern Winkel abgehenden (ns, ns) heißen Seiten- oder sekundäre Nerven.

In dem Falle, wo die sekundären Bündel vom Gipfel des Blattstiels aus in einer Ebene nach allen Richtungen auseinandergehen, etwa so wie in einem auf seiner Axe befindlichen Rade die Speichen, heißt die Nervenvertheilung schildförmig (peltata) und das Blatt schildnervig (Fig. 135).

In den fiedernervigen können die Seitennerven vom Mittelnerven unter allen Winkeln vom rechten bis zum spitzigsten abgehen. Sie können alle gleich seyn, entweder kurz oder lang, oder sie können ungleich seyn auf verschiedene Weise, entweder von unten nach oben abnehmend oder umgekehrt, oder bis zu einer gewissen Höhe zu-, und dann wieder abnehmend, so daß die größte Breite des Blattes in die Mitte, auch ein wenig unter oder über derselben fällt.

§. 132. Gehen die Nerven, um das Blatt zu bilden, in verschiedenen Ebenen aus einander, so entsteht entweder eine in verschiedenen Richtungen gebogene Ebene oder ein dicker, voller Körper. Zu dem ersten Falle kann man die röhrigen Blätter rechnen, die eine cylindrische oder etwas konische Röhre bilden, wie z. B. bei mehreren Arten Lauch (Allium) und noch einige andere sonderbare und seltene Formen, die an ein Horn, eine Kapuze, einen Schlauch, eine Urne oder Vase erinnern; so seltsam umgestaltet, gleichsam verkleidet nennt man solche Blätter auch Blattschlauch (Ascidium ἀσκίδιον, kleiner Schlauch). Im zweiten Falle, der Statt findet, wenn das Parenchym die Räume zwischen den in mehreren Ebenen liegenden Nerven ausfüllt, wird das Blatt einen Körper darstellen, der von einer krummen, oder mehreren geraden Flächen, die dann Kanten bilden, oder von beiden zugleich begränzt wird. Dieser Blattkörper ist oft regelmäßig genug, um ihn mit Benennungen aus der Stereometrie (einem Zweig der Geometrie) kenntlich zu bezeichnen, wie Pyramide, Prisma, Cylinder, Kegel, oft aber zu unregelmäßig, um sich kurz und genau mit Definitionen anschaulich machen zu lassen, wo man dann Vergleiche mit bekannten Gegenständen wählt, z. B. mit einem Degen oder Schwert (ensis), einem Säbel (acinaces, ἀκινάκης), einer Zunge (lingua), einem Buckel (gibba oder gibbus) u. s. w., wovon man die Beiwörter schwertförmig (ensiformis), säbelförmig (acinaciformis), zungenförmig (linguaeformis), buckelig oder höckrig (gibbosus) u. s. f. bildet.

§. 133. Wir wollen nun zu der gewöhnlichen flachen Blattform zurückkehren, und die Vertheilung des Parenchyms zwischen den Nerven betrachten. Es kann alle Zwischenräume vollkommen ausfüllen, so daß eine Linie, die die äußersten Enden der sekundären Nerven verbindet, in Einem fortläuft und keine Winkel macht, und nicht gebrochen ist, der Rand also eben so beschaffen ist; ein solches Blatt heißt dann ganzrandig (integrum, Fig. 134). Oft geht das Parenchym in den

Zwischenräumen nicht so weit als die Nerven; das Blatt ist dann eingeschnitten, und sein Rand von gebrochenen Linien begränzt. Diese Einschnitte haben verschiedene Namen erhalten, je nachdem das Parenchym in größerer oder geringerer Entfernung vom Mittelnerven endigt, und der Rand also größere oder kleinere ein- und ausspringende Winkel zeigt. Sind diese Vorsprünge sehr kurz, so hat man sie Zähne (dentes) genannt; Sägezähne (serratura, gesägtes oder sägezahniges Blatt, fol. serratum) heißen sie, wenn sie spitz sind *) (Fig. 142); Kerbzähne (crena) oder Kerben (gekerbtes oder kerbzähniges Blatt, fol. crenatum), wenn sie stumpf oder rundlich sind. Sind die Einschnitte tiefer, in welchem Falle sie auch breiter sind, so bilden sie Lappen (lobi). Diese Tiefe wechselt, und mit ihr die Namen, mit denen man die Lappen bezeichnet. Erreichen sie nicht die halbe Entfernung von der Mittelrippe, so sind es Spalten (fissurae); gehen sie über diese hinaus bis nahe an die Mittelrippe so sind es Theilungen (partitio); erreichen sie aber die Mittelrippe selbst, so sind es Abschnitte, Segmente (segmentum). Die Form der Blätter bezeichnet man mit Beiwörtern, die hievon abgeleitet sind, und man sagt von den Blättern, sie seyen gezähnt, sägezähnig oder gesägt, gekerbt, gespalten oder -spaltig, getheilt, eingeschniten, (fol. dentata, serratodentata [serrata] Fig. 128, crenata, -fida Fig. 138, secta Fig. 139) je nach der Tiefe, Form und Größe der Einschnitte. Gemeiniglich werden diese Worte nicht allein, sondern in Zusammensetzung mit andern angewendet, um mehrere Beschaffenheiten zugleich anzuzeigen; wenn man z. B. von einem Blatte sagt, daß es drei-, fünf- oder vielspaltig, hand- oder fiederspaltig sey, so weiß man sogleich, daß sein Rand bis gegen die halbe Entfernung von der Mittelrippe eingeschnitten ist, und drei, fünf oder viele Lappen in der Stellung wie die hand- oder fiederförmige Nervenvertheilung hat. Setzt man statt der Endigung „spaltig" (fidus) „getheilt oder theilig" (partitus), also vieltheilig, handtheilig, fiedertheilig, (multipartitus, palmatipartitus Fig. 138, pinnatipartitus Fig. 137), so erfährt man, daß die Einschnitte bis über die halbe Entfernung von der Mittelrippe hinausgehen; ist endlich die Endigung »schnittig, also handschnittig, (palmatisectus Fig. 139), fiederschnittig (pinnatisectus), u. s. w. so ersieht man, daß die Lappen nur noch vermittelst der Mittelrippe miteinander zusammenhängen, und bei allen diesen Gestaltungen der Lappen und Einschnitte immer die Modifikationen obwalten, die das erste Wort anzeigt.

§. 134. Bei den Blättern, deren wir bisher erwähnten, verschwindet das zwischen den Nerven liegende Parenchym immer in einiger Entfernung von der Mittelrippe, so daß die Blattscheibe am Rande unterbrochen ist, nach innen zu aber ein zusammenhängendes

---

*) Zugleich müssen sie aber auch auf der untern Seite mit einem längern, auf der obern mit einem kürzern Bogen begränzt und also nach vorwärts gerichtet seyn, wo dann noch das gezähnte Bl. (f. dentatum) zu unterscheiden ist.

Ganze, also gleichsam eine Scheibe mit Ansätzen bildet. Zwar hingen beim äußersten Grad die Lappen nur noch mittelst der Mittelrippe zusammen, aber jeder Abschnitt saß doch noch in einer ziemlichen Ausdehnung an derselben, und hatte daselbst oft seine größte Breite.

Es kann sich aber noch eine andere Stellung zeigen, wo der Lappen nur noch mittels des Bündels des sekundären Nerven am Mittelnerven hängt, von dem es sich lostrennt, um den Lappen zu bilden, und die Ausbreitung dieses Bündels und die Zwischenlagerung von Parenchym erst in einer gewissen Entfernung von dem Mittelnerven Statt findet. Es ist klar, daß das sekundäre Bündel sich gegen den Mittelnerven genau so verhält, wie der Blattstiel zu dem Zweig, der ihn trägt. Diese Nervenvertheilung hat also das Ansehen eines Zweiges, und die Blattabschnitte das von einzelnen von einander unabhängigen Blättern. Man erkennt aber bald, daß es doch nur ein einziges Blatt ist, indem alle Abschnitte, aus denen es gebildet ist, in ein und derselben Ebene liegen, und weil ihre Lostrennung und ihr Abfallen vom Baume auf einmal geschieht. Ein solches Blatt heißt ein zusammengesetztes (fol. compositum), der Mittelnerve „Spindel" (rachis) oder gemeinschaftlicher Blattstiel (petiolus communis) die Lappen »Blättchen« (folioli) und das Mittelbündel jedes Blättchens wenn es ein Stückchen an seiner Basis unvertheilt bleibt, Blattstielchen (petiolulus). Die Benennung »zusammengesetzt« ist das Gegentheil von »einfach,« mit der man alle früher besprochenen Blätter bezeichnet, deren sämmtliche Theile im Zusammenhange stehen.

Nachdem wir einmal die Entstehungsweise der zusammengesetzten Blätter kennen, so wissen wir im Voraus, daß hier ähnliche Modifikationen vorkommen müssen, wie in den einfachen Blättern, und daß sie von der hand- oder fiederförmigen Nervenstellung abhängen. Man wendet die Beiwörter nur auf die Blättchen an und sagt, daß sie bei der Roßkastanie (Fig. 140) (Aesculus Hippocastanum) handförmig, bei unserer sogenannten Acacie (Robinia pseudoacacia) (Fig. 141) gefiedert sind. Die Benennung gefiedert allein bedeutet immer die letztere Form. In den zusammengesetzten Worten, mit denen man die verschiedenen Formen dieser Blätter bezeichnet, hängt man die Endung blättrig (oder besser theilblättrig [vielleicht blättlich?]) foliolatus an, und sagt ein zwei-, drei-, vielblättriges Blatt, je nach der Zahl der Blättchen, die es zusammensetzen. Oft sitzen sie zu zweien, eines an jeder Seite des Blattes (Fig. 148), und man nennt dieß ein Paar, jugum, wovon man die Beiwörter zwei-, drei-, vielpaarig (bijugus, trijugus, multijugus) nach der Zahl der Paare macht. Man sagt, daß ein Blatt abgebrochen-gefiedert (abrupte pinnatum) oder unpaarig-gefiedert (impari pinnatum) sey, je nachdem es entweder nur aus einem oder mehreren seitlichen Paaren (Fig. 146) gebildet ist, oder (Fig. 141) die Spitze der Spindel oder des Mittelnerven ein einzelnes Blättchen trägt, welches man das Endblättchen (foliol. terminale) nennt.

§. 135. Noch haben wir vom Mittelnerven und von den sekun-

dären oder Seitennerven zu sprechen. In vielen Pflanzen erstreckt sich die Nervenvertheilung nicht weiter, als bis zu der eben genannten; in einer noch größern aber theilen sich die Seiten- oder Nebennerven abermals, und es findet sich oft eine immer weiter fortschreitende Unterabtheilung in immer zahlreichere Nervchen. Alles, was wir von den sekundären Nerven gesagt haben, gilt auch in Bezug auf die Nerven dritter, vierter und fünfter Ordnung, indem jeder zum vorgehenden sich immer verhält, wie der sekundäre zum Mittelnerven. In den einfachen Blättern können also die Lappen wieder selbst entweder ganz oder verschieden getheilt, und diese Theilungen wieder neuen Unterabtheilungen unterworfen seyn. Um sie anzuzeigen, bedient man sich derselben Beiwörter mit der Vorsetzsylbe »zwei«, »drei«, oder doppelt, dreifach „bi," „tri," die anzeigen, wie oft das Blatt unterabgetheilt ist. So wird z. B. ein doppelt gesägtes (fol. biserratum) ein solches seyn, dessen größere Sägezähne selbst wieder mit kleinern Sägezähnen besetzt sind (Fig. 142), ein doppeltfiederspaltiges Bl. (f. bipinnatifidum) eines, dessen Fiederlappen wieder in kleinere Fiederläppchen getheilt ist (Fig. 143). Uiber die doppelte Theilung hinaus werden die Theilungen gewöhnlich so klein (und oft so ungleich und unregelmäßig), daß man sich nicht mehr die Mühe nimmt, ihre Vertheilungsweise näher in Betracht zu ziehen und daß man gewöhnlich unter Benennung zerschlitzt (laciniatus) oder zerrissen, zerfetzt, alle Blätter unterschiedslos bezeichnet, deren Lappen sehr vielfach zertheilt sind *). Bei den zusammengesetzten Blättern können die Blättchen ebenfalls gezähnt oder gelappt seyn. Wenn sie sich aber einmal weiter theilen, so geschieht dieß gewöhnlich in derselben Art, wie es das erstemal Statt fand, indem sie sich nämlich wieder in Blättchen theilen, ein doppelt zusammengesetztes Blatt (fol. decompositum), und geschieht dieß noch einmal, ein vielfach oder mehrfach zusammengesetztes Blatt (fol. supradecompositum). Man sagt dann, daß das Blatt doppelt- (Fig. 145 l), dreifach gefiedert ist (fol. bi-, tripinnatum). Die sekundären Nerven sind dann wieder zu Spindeln oder sekundären Blattstielen (petiol. partiels) geworden, die man Schnittstiele (ansae) nennt.

§. 136. Wir wollen nicht länger bei der Form der Blätter verweilen, deren Mannigfaltigkeit so unendlich groß ist. Die Erklärung der wichtigern Ausdrücke, mit denen die Botanik alle bekannten Verschiedenheiten bezeichnet, und die übrigens auch auf alle Organe der Pflanze von bestimmter Form angewendet werden, sollen der Gegenstand eines eigenen Abschnittes werden, da wir sie hier nicht anführen konnten. Ihre Kenntniß ist zum Verständniß der Werke, die sich mit Beschreibung der verschiedenen Pflanzen befassen, unentbehrlich, überflüssig aber, wo man die Pflanze im Allgemeinen untersucht. Es genügte uns somit einsichtlich zu machen, wie die Vertheilung der constituirenden Theile des Blattes, der Nerven oder des

*) Zerschlitzt (laciniatus) sind die Blätter nicht sowohl wegen ihrer vielfältigen, als wegen ihrer verschiedenartigen oder unordentlichen Zertheilung.

Skeletts, und des Parenchyms, das den weichen und größten Theil des Blattes bildet, seine so verschiedenen Gestalten bestimmt, und wie es im Grunde nur verschiedene Entwicklungsgrade des einen Theils in Bezug zum andern sind, und ein Blatt nicht aus einer großen Zahl Theile, sondern aus einem einzigen mehrmal wiederholten besteht.

§. 137. Blattstiel. Wir haben die gewöhnlichste Form des Blattstiels schon besprochen, die nämlich, wo mehrere fibrös-vaskulöse Bündel, die sich vom Stamme loslösen, um durch ihre Ausbreitung ein Blatt darzustellen, auf eine gewisse Strecke noch beisammen bleiben und so eine Art Ast zwischen der Blattscheibe und dem Stamme darstellen. Dieses Bündel ist von Parenchym bekleidet, dessen größter Theil einen Uiberzug darüber bildet, und selbst wieder mit Oberhaut bedeckt ist, der so wie den Nerven die Spaltöffnungen fehlen.

§ 138. Wir erwähnten an einem andern Orte (§. 12), daß die Gefäße, wo sie aus einem Organ in ein anderes unter einem Winkel übergehen, also ihre erste Richtung geändert wird, einigen Veränderungen in der Form ihrer Elemente unterliegen, und daß die Zellen oder Fasern, die sie bilden, sich verkürzen und sich mit kleinern Berührungsflächen an einander setzen. Aus dieser lockern Verbindung entsteht eine Neigung, sich leicht zu trennen, die noch unterstützt wird durch die Beschaffenheit des Parenchyms, dessen Zellen ähnliche Veränderungen zeigen. Häufig wird daher auch in einer gewissen Periode der Entwicklung der Zusammenhang der Theile so geschwächt, daß sie sich endlich trennen, entweder ganz freiwillig oder bei der geringsten äußern Einwirkung. Dieß nennt man eine Gliederung (articulatio), Gelenk, und man sieht sie häufig da, wo zwei zusammengesetzte Organe sich an einander lagern, in den Knoten mancher Stämme, am Ursprung der Aeste und der Blätter. Die Blätter sind also häufig am Stamme oder Aste eingelenkt, und dieß zwar zumeist dann, wenn sie mit ihm mit einer kleinern Ausdehnung zusammenhängen. Früher oder später, wenn sie die Funktionen, für die sie bestimmt sind, erfüllt haben und einzugehen anfangen, lösen sie sich los. Dieser Zeitpunkt ist je nach den Pflanzen verschieden. Bei vielen fällt er innerhalb desselben Jahres, in dem sie sich entwickelt haben, bei andern ist er weiter hinausgeschoben. Sind sie aber nicht eingelenkt, so bleiben sie mit der Pflanze fest vereint, mögen sie nun leben oder abgestorben seyn. So sehen wir unsere Eichen den ganzen Winter hindurch mit den vertrockneten Blättern bedeckt, während der Nußbaum z. B. und die Roßkastanie die ihrigen im Herbste fallen lassen.

Meist findet man die bleibenden Blätter unter den einfachen, während die zusammengesetzten Blätter in der Regel eingelenkt sind und also abfallen. Gewöhnlich ist nicht allein der Blattstiel am Stamm, sondern auch das Blattstielchen des Blättchens am Haupt-Blattstiel mit einem Gelenk verbunden, so daß auch diese sich auslösen und besonders abfallen. Nach diesem Kennzeichen definiren viele Schriftsteller die zusammengesetzten Blätter, und sehen diejenigen nicht als solche an, die im Zusammenhange bleiben, wenn sie auch ganz so gebaut scheinen.

§. 139. Wenn ein Blattstiel sich aus seinem Gelenke loslöst, so

bemerkt man nach seinem Abfallen an dem Punkte des Stammes, wo er aufsaß, eine kleine Auftreibung, die früher ein Theil von ihm zu seyn schien, und ihm als Basis diente. Diesen kleinen seitlichen Auswuchs des Stengels, dessen nach oben und außen gekehrte Fläche früher mit einer ähnlichen des Blattstieles correspondirte, und der nichts ist, als die von der Trennung hinterbliebene Narbe, hat man **Kissen** (pulvinus) genannt. (Fig. 162, 153, c.) Man sieht gewöhnlich auf dieser kleinen Fläche mitten im Parenchym mehrere deutliche Punkte, die Mündungen der Gefäße des ehemaligen Blumenstiels. Sie sind in den verschiedenen Pflanzen verschieden gruppirt, und diese Gruppirung, so wie die Gestalt der Narbe und des Kissens können als Kennzeichen dienen, um die kahlen Bäume, die der Winter ihres Laubes beraubt hat, darnach zu erkennen.

§. 140. Häufig ist der Blattstiel kürzer als die Blattscheibe, manchmal kömmt er ihr gleich, manchmal übertrifft er sie auch. Auch seine Dicke ist sehr verschieden; ist sie im Verhältniß zur Größe und also auch zum Gewicht der Blattscheibe bedeutend, so trägt er diese, ohne sich zu biegen, besonders wenn er noch dazu kurz ist; dieß ist aus den einfachsten mechanischen Grundsätzen leicht vorauszusehen. Ist er aber dünn oder sehr lang, und von einem weichern Gewebe mit vorwaltendem Parenchym, so beugt er sich bogenförmig, indem ihn das Gewicht der am Ende befestigten Blattscheibe niederzieht.

Oft ist er cylindrisch, noch öfter aber an seiner untern Fläche gerundet oder gewölbt, und an seinem obern flach oder wie eine Dachrinne ausgehöhlt. Zuweilen ist er seinem ganzen Verlaufe nach in derselben Ebene wie die Blattscheibe abgeplattet, in einigen seltenen Fällen aber plattet er sich an seinem Ende im entgegengesetzten Sinne, also vertikal ab, und bietet so dem Winde einen Widerstand dar; davon rührt die immerwährende Beweglichkeit der Blätter einer Pappelart her, der man daher den Namen **Zitterpappel** (Populus tremula) gegeben hat.

§. 141. Phyllodium, **Blattstielblatt**. Wir haben bis jetzt immer vorausgesetzt, daß die in einem Blattstiele befindlichen Bündel bis zum Eintritt in die Blattscheibe parallel mit einander verlaufen, und dieß ist auch gewöhnlich der Fall, aber nicht immer, denn zuweilen fangen die Gefäßbündel schon im Blattstiele an aus einander zu treten. Ginge dieses Auseinandertreten weiter, so wäre es ein Blatt, aber ein wenig höher nähern sich diese Bündel wieder wechselseitig, und vereinigen sich ganz wieder, wie bei ihrem Ursprung, ehe sie sich von Neuem zur wirklichen Blattscheibe ausbreiten. In diesem Verlauf haben sie wohl aufgehört parallel zu laufen, sind aber in derselben Ebene geblieben und haben sich nicht verästelt. Der durch diese Stellung breit gewordene Blattstiel hat ganz das Ansehen eines Blattes (Fig. 145, p), und da man ihn im gemeinen Leben gewöhnlich als Blatt anzusehen pflegt, so hat man ihm den Namen Phyllodium (Verkleinerung von *φύλλον* Blatt) gegeben. Deutsch heißt er **Blattstielblatt**.

Das **Blattstielblatt** oder Phyllodium unterscheidet sich durch

die Nervenvertheilung; denn statt einen bedeutend stärkern Mittelnerven zu besitzen, der immer schwächer wird in dem Maße, als sich die Seitennerven fiederförmig von ihm loslösen, ist es von einer gewissen Zahl Längs-Nerven durchzogen, die über seine ganze Oberfläche vertheilt, und in ihren ganzen Verlaufe, so wie unter einander, so ziemlich gleich sind. Auch zeichnet es sich noch dadurch aus, daß es auf dem Stamme gewöhnlich im entgegengesetzten Sinne des Blattes befestigt ist, also perpendiculär, wenn dieses horizontal ist.

§. 142. Blattscheide — Nebenblätter. Der Blattstiel, wie wir §. 122 gesagt haben, verbreitert sich zuweilen an der Basis und umfaßt so den Stamm ganz oder zum Theil, indem er sich an ihn anschließt; man nennt dieß seinen Scheidentheil (partie vaginale) oder die Blattscheide (vagina). Statt beisammen zu bleiben und eng vereint in den Blattstiel überzutreten, und einen dünnen soliden Cylinder zu bilden, lösen sich hier die Bündel einzeln rings um den Stamm los, und stellen mit dem sie begleitenden Parenchym eine gekrümmte aufgerollte Fläche, oder einen Theil eines hohlen Cylinders vor. Zuweilen nähern sich die Bündel, die anfangs entfernt waren, weiter oben, und dieß ist dann eine Art Blattstielblatt, das unmittelbar am Stamme beginnt; ein anderes Mal (Fig. 146) enden (s'arrêtent) die Bündel nach einem kurzen Verlauf, oder verlängern sich in einer andern Ebene, als die des Blattstiels, und dann unterscheidet sich die Blattscheide ganz augenfällig von dem Blattstiele *). Oft verbindet kein Parenchym die seitlichen Bündel mit denen, die sich in den Blattstiel fortsetzen, und dieß ist wahrscheinlich die Entstehungsweise vieler Nebenblätter.

§. 143. Man definirt die Nebenblätter gewöhnlich als kleine blattartige Organe, welche zu beiden Seiten an Anheftungsstelle der Blätter sitzen, und bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft ist es schwer, eine andere Definition zu geben **). Es ist wahrscheinlich, daß ihre noch nicht hinlänglich gekannte Entstehungsweise dieselbe ist, wie die der Seitenlappen der einfachen oder der Blättchen der zusammengesetzten Blätter, und daß sie also eben so aus seitlichen Ausbreitungen der Bündel bestehen, die mehr oder weniger von der Basis des Blattes entfernt, mehr oder weniger mit ihr durch zwischenliegendes Parenchym verbunden, und mehr oder weniger plötzlich abgebrochen sind. Sie können als ganz unabhängig von den Blättern erscheinen auftreten, obwohl sie mit den Blattbündeln zugleich aus dem Stamme (austreten), und man nennt sie dann, da sie nur mit dem Stamme zusammen zu hängen scheinen, Stamm-Nebenblätter (Fig. 147). Sie können sich aber auf eine größere oder kleinere Strecke mit dem

*) Ist die Blattscheide die Basis eines Blattstiels, so wird sie Blattstielscheide (vagina petiolaris) genannt, wie bei Angelica sylvestris; sitzt aber die Blattscheibe unmittelbar auf der Blattscheide, so ist dieß eine Blattscheide im engern Sinne (vag. foliaris).

**) Man bezeichnet Nebenblätter auch als die obersten, frei bleibenden und stärker entwickelten Theile einer Scheide, deren unterer Theil meist mit dem Stengel verwachsen ist.

Blattstiele vereinigen, und da sie dann vom diesem abzuhängen scheinen, heißt man sie Blattstiel-Nebenblätter (Fig. 146 *).

Die Nebenblätter fehlen in vielen Fällen, doch nicht so häufig, als man glauben möchte; denn sie entziehen sich sehr oft unsern Blicken, entweder durch ihre Kleinheit, oder durch ihre kurze Dauer. Sucht man sie aber aufmerksam und sorgfältig mit Hülfe einer Lupe und an jungen Blättern, so findet man sie an einer Menge Pflanzen, an denen man sie für den ersten Anblick nicht vermuthet hätte.

§. 144. Ihr Aussehen ist sehr mannigfaltig Häufig sind sie nichts, als eine kleine Spitze, ein schwacher Faden, ein Schüppchen. Anderemale entwickeln sie sich mehr, und dann nehmen sie auch oft eine blattartige Beschaffenheit an und zeigen Lappen, oder Blättchen, an denen man eine Nervation, Zähne, Läppchen und sogar unten eine Verschmälerung in Form eines Blattstiels wahrnimmt. Nicht selten bleiben sie, statt grün und allmälig dicker zu werden, eine dünne, farblose, durchsichtige und ziemlich trockene Membran. So verschieden sie aber auch in verschiedenen Pflanzen sind, so bleiben sie doch an derselben gleich, und ähneln einander sehr selbst bei verschiedenen Pflanzen, wenn diese durch Aehnlichkeit mehrerer Charaktere das bilden, was man in der Naturgeschichte eine Gattung (genus) oder eine Familie nennt. Ganze Familien zeichnen sich durch An- oder Abwesenheit der Nebenblätter und durch ihre verschiedenen Erscheinungsweisen aus.

§. 145. Wir haben die Nebenblätter ganz frei oder mit dem Blattstiel verwachsen gesehen. Sind sie sehr breit und umfassen sie die Hälfte des Stammes, so kann das eine Nebenblatt mit dem andern, der Blattachsel gegenüber, zusammenstoßen und sein äußerer Rand sich bloß unten oder seiner ganzen Länge nach mit dem des andern vereinigen. Dieß ist dann eine gespaltene (Fig. 127, 148) oder ganze Scheide, ein scheidiges Nebenblatt. Vereinigen sich dagegen die Nebenblätter, indem sie sich verbreitern, mit ihren innern dem Blattstiel entsprechenden Rändern, so formen sie ein einziges Blatt, dessen Mitte gerade zwischen dem Stamm und dem Blattursprung in der Achsel liegt; dieß ist dann ein achselständiges Nebenblatt (Fig. 149). Wenn zwei einander gegenüberstehende Blätter mit Nebenblättern versehen sind, und diese sich jedesmal, das linke der einen Seite mit dem rechten der andern vereinigt, so scheinen sie ein einziges auszumachen, welches zwischen den Blattstielen liegt, und ein zwischenblattständiges Nebenblatt ist **). In allen diesen verschiedenen Fällen erkennt man den Ursprung der mit einander verschmolzenen Nebenblätter, entweder weil sie es nur zum Theil sind, oder weil in den nahe stehenden Arten diese Verschmelzung nicht Statt hat, und man Uibergänge von einem Zustand in den andern findet.

---

*) Als Scheidentheil des Blattes (auch als Blatt überhaupt) wird noch die Schuppe (squama) und die Knospendecke (perula) aufgezählt. S. bei der Knospe.

**) Diese so gebildete Scheide, die sich von der eigentlichen Blattscheide dadurch unterscheidet, daß sie den Blattstiel nicht trägt, nennt man gewöhnlich Tute (ochrea v. stipula vaginalis tubulosa).

Die Ausdrücke, die Nebenblätter verbreitern sich, begegnen sich, verwachsen mit einander, sind eigentlich alle nur figürlich, indem ihre Verbreiterung und Vereinigung von allem Anfange an Statt haben kann, und hat ihren Ursprung in der Stellung der Bündel im Stamme und an den Stellen, wo sie heraustreten, um diese neuen Organe zu bilden.

§. 146. Die drei (Haupt-) Theile des Blattes zeigen sich nicht immer mit einander und es treten oft nur zwei oder einer auf. Man nennt ein sitzendes (f. sessile) Blatt ein solches, dem der Blattstiel fehlt und ein nebenblattloses, wo keine Nebenblätter vorhanden sind. Blattstiel und Scheide sind auch die Theile, die am häufigsten fehlen, obschon auch zuweilen die Blattscheibe nicht vorhanden ist, wo das Blatt dann ganz sein Aussehen verloren hat, und in einigen Fällen mit einem andern Namen belegt wird.

§. 147. Es drängt sich die Frage auf, welche Unterschiede bemerkt man an einem Blatte in den verschiedenen Zeiträumen seiner Entwicklung? An allem Anfange zeigt es sich als ein kleines Höckerchen oder Plättchen, ohne irgend eine Unterscheidung seiner einzelnen Theile, sowohl im Innern, wo es ganz zellig ist, als in seinem Aeußern. Erst später verlängern sich die in der Mittellinie gelegenen Zellen und zeichnen die Mittelrippe vor, die sich später durch Auftreten von Gefäßen, worunter zuerst die Spiralgefäße, entwickelt. Es ist dieß also, ganz wie zu erwarten war, derselbe Entwicklungsgang wie beim Stamme.

Was die Entwicklung der verschiedenen Theile des vollkommenen Blattes im Verhältniß zu einander betrifft, so läßt sich etwa Folgendes an einer Pflanze beobachten, deren Theile recht deutlich unterscheidbar sind, z. B. an einem Knöterich (Polygonum), welcher eine vollkommene Blattscheide besitzt, oder bei Melianthus major und minor, wo ein großes achselständiges, bei dem einen einfaches, bei dem andern doppeltes Nebenblatt vorhanden ist. Der Vergleich der Blätter in den verschiedenen Phasen ihres Wachsthums läßt sich am Besten an einem Aste machen, dessen Entwicklung noch nicht geschlossen ist, so daß er an seinem untern Theile vollkommene, an seinem obern eben im Entwickeln begriffene und dazwischen in allen Mittelzuständen befindliche Blätter zeigt. Man sieht dann, daß der Scheibentheil der erste erscheint, und der Scheidentheil alsbald nachkömmt, und daß ihre Ausbildung, in gleichem Maße fortschreitend, schon ziemlich weit gediehen ist, ehe der Blattstiel zum Vorschein kömmt. Zuerst erreicht die der Blattscheibe meist sehr an Größe nachstehende Blattscheide ihr volles Ausmaß, und ihr Wachsthum ist schon einige Zeit vollendet, während das der Blattscheibe und des Blattstiels noch fortdauert. Um diese Verhältnisse mit Zahlen auszudrücken, wollen wir einen Zweig einer Houttuynia cordata nehmen, und 6 aufeinander folgende Blätter messen, von denen das erste und oberste nur 3 Millimeter, das unterste aber fast 9 Centimeter mißt. Die Länge der drei Hauptpartien des Blattes ist nun folgende:

	Blattscheide.	Blattstiel.	Achselständ. Nebenblatt.
Nr. 1	0,2	0,0	0,1
» 2	0,6	0,08	0,25

	Blattscheibe.	Blattstiel.	Achselständ. Nebenblatt.
Nr. 3	3,0	0,5	1,0
» 4	4,0	1,5	1,0
» 5	5,0	2,0	1,4
» 6	6,0	2,8	1,5

Die Blattscheibe ist also beinahe dreimal so lang als der Blattstiel und viermal so lang als das Nebenblatt. Sie war im Anfang im Blatte Nro. 1. doppelt so lang als das letztere, in Nro. 3. ein wenig mehr, in Nro. 4 dreimal und in den beiden letztern viermal. Der Blattstiel in Nro. 1 noch gar nicht entwickelt, begann in Nr. 2 zu erscheinen, hatte die halbe Länge des Nebenblattes in Nro. 3, übertraf es bereits in Nro. 4, und hatte die doppelte Länge desselben in Nro. 5 u. 6. Wählten wir andere Beispiele, z. B. den Knöterich, die Meliaethus, so würden wir zwar etwas andere, aber im Ganzen sehr ähnliche Verhältnisse finden. Man könnte hieraus schließen, daß das Blatt sich an seiner unmittelbar über der Scheide liegenden Basis verlängere, und nicht wie die Wurzel, am freien Ende.

Verlängert es sich aber auch seiner ganzen Länge nach wie der Stamm? Man überzeugt sich sehr leicht vom Gegentheil, indem man von Zeit zu Zeit an einem sich entwickelnden Blatte den Abstand zwischen mit Absicht gemachten oder von der Natur bezeichneten Punkten mißt; man findet dann, daß die obern Punkte sich nicht von einander entfernen, während der untere immer mehr und mehr von der Basis wegrückt, und schließt nothwendigerweise daraus, daß das Blatt an seiner Basis und im Blattstiel noch zu wachsen fortfährt, wenn es in seinem obern Theile bereits in Stillstand gerathen ist. Eine ähnliche Beobachtung, in Bezug auf seine Breite gemacht, würde zeigen, daß das Blatt in seiner Mitte zuweilen länger wächst, als gegen seinen Umkreis zu, und daß die Verlängerung der Seitennerven in demselben Verhältnisse zum Mittelnerven Statt findet, wie die des Mittelnerven zum Aste, der das Blatt trägt.

Was wir da vom Wachsthume der Blätter in die Länge gesagt haben, bezieht sich auf die einfachen Blätter. Die zusammengesetzten sind in dieser Rücksicht mehr einem Aste vergleichbar, denn ihre Entwickelung scheint von unten nach oben vorzuschreiten, und die Blättchen erscheinen und entwickeln sich um so später, je höher sie stehen. Wir wollen hier als ein ganz auffälliges Beispiel eine Gattung aus den Meliaceen, die Guarea, anführen, bei der der ganze obere Theil des zusammengesetzten Blattes noch völlig im Zustande der Knospe ist, während der untere schon seine vollkommene Entwickelung erreicht hat, so daß diese Blätter zwei verschiedene Generationen von Blättchen zu tragen scheinen.

§. 148. Sind die Blätter einmal zu ihrer Vollkommenheit gelangt, so leben sie längere oder kürzere Zeit. Wie bekannt, beschränkt sich diese Lebensdauer bei den meisten unserer Bäume auf einige Monate. Bei einigen aber, besonders bei denen warmer Klimate bleiben sie zwei Jahre oder noch länger, und solche Bäume nennt man **immergrüne**, weil sie immer mit Blättern von dieser Farbe

bedeckt sind, die aber nicht stets dieselben bleiben. Während nämlich die ältern Blätter abfallen, hat sich der Baum schon mit neuen bedeckt, und zeigt so, seines Schmuckes nie beraubt, stets dasselbe Ansehen. Unsere Fichten, Kiefern, Stechpalmen (houx, Ilex aquifolium), Steineichen (chêne-verts) sind überzeugende Beispiele davon. Von den jährlichen Blättern sahen wir einige verwelken und am Baum hängen bleiben, andere sich loslösen und abfallen. Es wäre überflüssig anzugeben, wie die grüne Farbe allmälich in die übergeht, die unter dem Namen Blätterbraun (feuille morte) bekannt ist. Häufig aber nehmen die Blätter, besonders die eingelenkten, noch am Baume in allmälichen Uibergängen die verschiedenen und schönen Tinten an, die eine baumreiche Herbstlandschaft so bunt und schön machen.

§. 149. Vergleichung der Blätter in den drei großen Abtheilungen des Pflanzenreiches. Bis jetzt hat uns die Vergleichung der Fundamentalorgane in den drei großen Klassen des Pflanzenreiches bedeutende und beständige Verschiedenheiten gezeigt. Ob sich diese nun auch in den Blättern vorfinden? — Wir wollen uns vorerst in's Gedächtniß zurückrufen, daß sie aus Nerven und Parenchym bestehen, und daß die erstern hand- oder fiederförmig getheilt sind, je nachdem das Bündel des Blattstiels sich bei seinem Eintritt in die Blattscheibe in mehrere fast gleiche und aus einander gehende (divergirende) Bündelchen theilt, oder sich in der Mittellinie fortsetzt und rechts und links die kleinern Bündel abschickt. Wir haben uns aber nicht weiter mit dem fernern Verlauf und mit den Verhältnissen der sekundären Nerven beschäftigt. Es können nun zwei Fälle hier vorkommen. 1) Sie verfolgen ihren Lauf, ohne sich weiter zu verästeln, oder wenn sie schon einige Seitenäste abgeben, ohne daß diese sich mit denen des Nachbarnerven verbinden. 2) Die Nebennerven verästeln sich, diese Aeste theilen sich abermals u. s. f., und verbinden sich, von einem sekundären Nerven zum andern hinübergehend vielfältig unter einander, dergestalt, daß eine Art Gefäßnetz daraus entsteht, dessen Maschen von den letzten Zertheilungen der Nerven gebildet und vom Parenchym ausgefüllt sind.

Diese Art der fernern Nervenvertheilung scheint in einem standhaften Verhältniß mit den zwei Abtheilungen der Kotyledonarpflanzen zu stehen, indem man im Allgemeinen die erste bei den Monokotyledonen, die zweite bei den Dikotyledonen antrifft.

§. 150. Blätter der Monokotyledonen. Ihre Blattscheibe zeigt keine netzförmige Nervenverzweigung; zuweilen laufen sie vollkommen parallel, wie z. B. in der Schwertlilie (Iris) im Schilfrohr (Arundo) u. s. w.; zuweilen sind Nebennerven vorhanden, die sich von einer oder mehrern der Hauptnerven lostrennen und in einer andern Richtung verlaufen, aber sie trennen sich in einer mehr oder weniger gekrümmten Bogenlinie los, deren convexer Theil gegen den Hauptnerven gewendet ist (Fig. 152). Aus dieser Gleichheit in dem Parallelismus der sekundären Nerven ergibt sich, daß das Blatt mehrentheils ein ganzes (ohne Theilungen und Lappen) ist. Die Palmen bieten zwar allerdings fieder- und handschnittige Blätter dar, aber

wenn man ihrer Entwicklung folgt, so sieht man, daß sie in ihrem jüngern Alter wirklich ganz waren und erst später sich in mehrere ihren band- oder fiederförmigen Nerven parallele Lappen zertheilen.

Der Scheidentheil ist bei den Blättern der Monokotyledonen, die den Stamm auf eine große Strecke umfassen, oft sehr entwickelt. Oft sind es sogar mehrfach in einander geschachtelte Scheiden, die dem Stamme Festigkeit verleihen, und ihn zum großen Theile zusammenzusetzen scheinen, wie bei den Bananen (Musa) zum Beispiel. Die Scheide verlängert sich an ihrem obern Ende mitunter in eine Art Halskragen (Fig. 162 gl), der oft häutig und weiß, und bald ganz, bald gefranzt oder ausgezackt, zumeist aber in symmetrische Seitenstücke getheilt ist. Man nennt dieß ein Blatthäutchen (ligula). Es findet sich bei den meisten Gräsern, und man hat es mit den Nebenblättern gleichgestellt, denn wenn man diese als gänzlich verschieden von der Blattscheide ansieht, so fände man keine bei den Monokotyledonen.

Da die Blattscheide mit einem großen Theile ihres Umfanges mit dem Stengel verbunden ist, und ihm in seiner Richtung folgt, so ist sie nicht eingelenkt, und das Blatt fällt nicht ab, ehe es nicht abgestorben ist. Sind die Nerven im Blatte von unten bis oben parallel, so ist seine Gestalt meistens die eines Bandes (Typha, Schilfrohr), und es hält schwer, Blattstiel und Blattscheibe zu unterscheiden. In andern Fällen treten sie von der Basis an ein wenig aus einander, nähern sich aber wieder gegen die Spitze zu, und es entsteht das Ansehen einer Blattscheibe, wie in einigen Orchideen (Epipactis ovata, latifolia &c.). Treten Sekundär-Nerven unter einer andern Richtung vom Haupt- oder Mittelnerven ab, so bilden sie eine Verbreiterung, eine eigentliche Blattscheibe, die vom Blattstiel, den sie tiefer unten in ihrer Vereinigung darstellten, streng geschieden ist. Davon geben die Bananen (Musa) ein Beispiel im großen Maßstabe. (Fig. 152.) In den meisten Fällen ließe sich das ganze Blatt mit einem Phyllodium (Blattstielblatt) vergleichen, und eine Pflanze, die an den Ufern unserer Flüsse sehr gemein ist, das Pfeilkraut (Sagittaria sagittaefolia) rechtfertigt diesen Vergleich; denn man kann auf demselben Stocke Blätter sehen, die auf einem langen Blattstiele sitzen und eine pfeilförmige Blattscheibe haben, während man andere unter dem Wasser sieht, die als lange, dünne Bänder ohne irgend einen Unterschied von Blattstiel und Blattscheibe im Strome flottiren und durch alle Zwischenformen in die erstern übergehen.

Einige wenige Familien der Monokotyledonen machen eine Ausnahme von der oben aufgestellten Regel, indem ihre deutlich unterscheidbare, oft gelappte Blattscheibe ein Netz von Nervenverästelungen besitzt; es sind dieß die Aroideen (Aronswurze) Smilaceen und Dioscorideen (Yamswurzeln).

§. 151. Blätter der Dikotyledonen. Bei diesen finden wir die eingelenkten, die wirklich zusammengesetzten (Fig. 140, 141), die gezähnten (Fig. 142), gekerbten, und die durch Winkel oder Buchten in Lappen getheilten (Fig. 136, 137, 138, 139) Blätter, welche

letzteren wohl von denen zu unterscheiden sind, bei denen durch geradlinige Zerreißung Lappen entstehen, wie bei den Bananen (Fig. 152, a). Die Nerven, die aus einander entstehen, machen eigentliche und oft spitze Winkel mit einander (Fig. 134, 136), theilen sich vielfältig und verbinden sich mit einander durch ihre letzten Verzweigungen. Bei der Erklärung des Blattes im Allgemeinen hatten wir besonders sie im Auge, und es wäre daher unnütz, hier länger bei ihnen zu verweilen. Indessen wollen wir doch erwähnen, daß bei einigen Dikotyledonen Blätter vorkommen, die durch ihre parallel oder convergirend laufenden Nerven ohne Verzweigung gleichsam Monokotyledonen-Blätter vorstellen. So z. B. die einiger Ranunkel- oder Hahnenfußarten (**Ranunculus gramineus, lingua** 2c.) Eben so gibt es welche, die man ohne Anstand als Blattstielblätter (Phyllodien) anerkennen muß, wie bei den Akazien mit ganzen Blättern (d. h. den eigentlichen Akazien, **Acacia**, die in Neuholland besonders heimisch sind, während unsere sogenannten Akazien eigentlich Robinien, **Robinia**, heißen und aus Nordamerika stammen), wo man in den ersten Blättern, die die junge Pflanze entwickelt, an diesen scheinbaren Blättern auch noch eine wahre Blattscheibe erblickt.

Viele Botaniker sind der Ansicht, daß man alle Blätter von Dikotyledonen, die diese ausnahmsweise Nervenvertheilung zeigen, als Phyllodien ansehen solle.

§. 152. Blätter der Akotyledonen. In dieser Klasse sind die Blätter der Farne *) diejenigen, welche sich am meisten entwickeln, und sie sind sitzend oder gestielt, ganz oder eingeschnitten. Ihre Theilung kann bis auf eine merkwürdige Höhe getrieben seyn. So fühlt man sich bei **Pteris aquilina**, dem Adlerfarn, einem in unseren Wäldern sehr häufigen Farnkraute, versucht zu glauben, man habe einen mit einer Menge Blätter beladenen Stengel vor sich, während es nichts als ein einzelnes mehrfach fiederschnittiges Blatt auf einem unterirdischen Stamm ist. Die Nerven bieten noch zahlreichere und verschiedenere Verästelungen und Netze dar, als selbst in den Dikotyledonen, und können sehr gute Merkmale zur Classifikation liefern; wir werden uns später mit ihnen beschäftigen. Die Blattstiele sind von fibrös-vaskulösen Bündeln durchzogen, die in ihrer Zusammensetzung denen des Stammes ähnlich sind, d. h. größtentheils aus einer Anhäufung von Treppengefäßen bestehen, die zu einem vielfach gedrehten und gefalteten bandförmigen Bündel vereinigt und von schwärzlichem Parenchym umgeben sind. Bei einem Horizontalschnitt zeigt der Stamm deshalb allerlei seltsame Figuren, die ebenfalls zur Unterscheidung der Spezies dienen können. Als ein Beispiel mag hier der Adlerfarn (**Pteris aquilina**) dienen, dessen Blattstiel bei einem etwas schiefen Schnitt eine rohe Zeichnung des österreichischen zweiköpfigen Adlers zeigt, woher auch sein Name rührt. An ihm kann man auch leicht diese bei den Farnen so häufige Art von Gefäßen untersuchen.

---

*) Manche Autoren wollen diese nicht als eigentliche Blätter gelten lassen, und wie es scheint, mit Recht.

In allen andern Akotyledonen, deren Stamm noch ein fibrös-vaskulöses System zeigt, werden die Blätter sehr einfach; bei den Marsileaceen sind sie noch mit zahlreichen Nerven versehen und auch getheilt, z. B. aus vier Blättchen bestehend; bei den Lykopodien aber reduciren sie sich auf eine zellige Platte, die ihrer Länge nach von einem einzigen kleinen Gefäßbündel durchzogen ist. Auch dieses fehlt, und wird von einer Reihe verlängerter Zellen ersetzt, wo der ganzen Familie die Gefäße fehlen, wie bei den Moosen und Jungermannien; endlich verschwindet auch die letzte Spur eines Blattes sammt dem Stamme, bei den niedersten Familien der Pilze, Flechten und Algen.

Stellung der Blätter auf dem Stamme, Blattstellung oder Phyllotaxie (Phyllotaxis.)

§. 153. Die Blätter können an der gemeinschaftlichen Axe, die sie trägt, sehr verschiedene Stellungen einnehmen. Man nennt sie Stengel- oder Astblätter, je nachdem sie vom Stamme oder von den Aesten getragen werden. Zuweilen sitzen sie, statt sich auf verschiedener Höhe des Stammes zu zeigen, alle am Wurzelhals zusammengehäuft, und dann nennt man sie Wurzelblätter, obwohl sie mit der Wurzel weiter nichts zu thun haben, als daß sie in ihrer Nachbarschaft entspringen. Beispiel: die Primel (Primula).

Häufiger stehen sie aber in gewissen Entfernungen von einander auf der Axe. Man nennt die Stellen, durch die der Stamm gleichsam in Stockwerke abgetheilt ist, und an denen die Blätter entspringen, Knoten (nodus), und Zwischenknotenstück, Mittelstück oder Zwischenknoten schlechtweg (internodium, merithallus) die leeren unbesetzten Theile zwischen je zwei Knoten. Manchmal trägt ein Knoten zwei oder mehrere Blätter, die also in gleicher Höhe entspringen, manchmal trägt er nur eins. Den letztern Fall wollen wir zuerst betrachten.

§. 154. Abwechselnde Blätter. Der letzterwähnte Fall ist der häufigste, und man nennt so stehende Blätter abwechselnde. Lange Zeit begnügte man sich mit diesem Worte, und gebrauchte nur mitunter an seiner Statt die Benennung zerstreute, wo die Blätter ohne alle Ordnung zu stehen schienen, denn man hatte doch bemerkt, daß in manchen Fällen sich bei den abwechselnden Blättern eine gewisse Regelmäßigkeit zeigte. Bonnet war der erste, der bemerkte, daß wenn man von unten nach oben eine Linie ziehe, die die Anheftungspunkte verbindet, sie eine um den Stamm gewundene Spirale darstellt, daß also die Blätter in einem festen gleichbleibenden Verhältnisse gestellt sind, indem jedes vom nächstfolgenden um ein gleiches Stück vom Umfange des Stammes entfernt sey, in der Art, daß, wenn man ein Blatt findet, welches gerade oberhalb eines als erstes angenommenen steht, von dem es durch mehrere dazwischen stehende Blätter getrennt ist, das darauf folgende sich über dem zweiten, das nächste über dem dritten u. s. w. befinden wird. Er bezeichnete als den häufigsten Fall, wo sie von 5 zu 5 so gestellt sind, daß das 6. in gerader Linie über dem ersten, das 11. über dem 6., das 7. über

dem 2., das 12. über dem 7. u. s. w. steht. Er hatte auch bemerkt, daß es noch andere viel verwickeltere Combinationen gebe, wo es statt dem 6. Blatt ein anderes, z. B. das 9. ist, welches sich in senkrechter Linie über dem ersten befindet.

§. 155. Neuere mit viel Aufmerksamkeit und großem Scharfsinn geführte Untersuchungen, die man besonders den Herrn Schimper und Al. Braun verdankt, haben diese ersten Resultate nicht nur bestätigt, und weiter ausgedehnt, sondern haben uns auch zur Kenntniß einer gewissen Zahl von Gesetzen gebracht, denen diese Stellung der Blätter und somit aller seitlichen Organe der Pflanze unterworfen ist. Als Ausgangspunkt wollen wir den von Bonnet vorzüglich berücksichtigten Fall annehmen, wo sich die Blätter von 5 zu 5 über einander stellen (Fig. 153). Wir ziehen nun eine Linie, welche alle auf einander folgenden Anheftungsstellen der Blätter verbindet, und wir bemerken, daß ehe wir zum 6. kommen, diese spirale Linie zwei Windungen um den Stamm gemacht hat. Da nun diese 5 Blätter in gleichen Abständen auf dieser Linie stehen, die sich zweimal um den Stamm windet, so wird die Entfernung eines Blattes von seinem vorhergehenden oder nachfolgenden Nachbarn durch den Bruch $\frac{2}{5}$ ausgedrückt seyn. Man hat diesen Bruch, der den zwischen zwei auf einander folgenden Blättern befindlichen Bogen bezeichnet, den Abstandswinkel (angle de divergence), Richtungswinkel genannt; er hat zum Zähler die Zahl der Windungen, die die Spirale um den Stamm herum macht, bis sie ein Blatt wieder senkrecht über den Punkt bringt, von dem sie ausgegangen ist, und zum Nenner die Summe der Blätter, die in diesem Zwischenraume stehen. Das sechste Blatt wird der Anfang einer neuen Reihe von Blättern seyn, die auf zwei Spiralwindungen stehen. Jedes solche System von Blättern, die sich oberhalb eines angenommenen ersten in dieser Art gestellt finden, heißt ein Cyklus. Nachdem alle diese Ausdrücke einmal festgestellt und erklärt sind, wird es uns ein Leichtes seyn, all die verschiedenen Combinationen, die sich an den verschiedenen Pflanzen zeigen, eine kurze Schau passiren zu lassen.

§. 156. Der einfachste Fall ist derjenige, wo die Blätter zweireihig, d. h. abwechselnd und entgegengesetzt an zwei Seiten des Stammes stehen (Fig. 154). Jedes ist dann vom andern um einen halben Umfang entfernt; nach einer vollen Spiralwindung kömmt das dritte über das erste, und beginnt einen neuen Cyklus. Diesen Abstandswinkel bezeichnen wir mit $\frac{1}{2}$.

§. 157. Ein viel seltenerer Fall ist der bei einigen Cypergräsern vorkommende, wo drei Blätter auf einer Spiralwindung stehen und das vierte über dem ersten sich befindet. Der Abstandswinkel dieser dreireihigen Blätter ist $\frac{1}{3}$.

§. 158. Die so eben angeführten Cyklen sind bei weitem nicht die gewöhnlichsten. Viel häufiger findet man eine weil größere Zahl Blätter auf viel mehr Spiralwindungen vertheilt, z. B. 8 Blätter auf 3 Windungen, 13 auf 5, 21 auf 8, oder anders ausgedrückt, die Abstandswinkel für 2 auf einander folgende Blätter sind $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, $\frac{13}{34}$ u. s. w. Schreiben wir diese Abstandswinkel, die das Er-

gebniß direkter Beobachtungen an zahlreichen Pflanzen sind, neben einander: $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}$ . . . *), und vergleichen wir sie mit einander, so wird uns sogleich ein constantes Verhältnisses in die Augen springen, nämlich: daß der Zähler eines jeden Bruchs aus der Summe der Nenner der vorhergehenden Brüche besteht; vermög dieses selben Verhältnisses erhält man den Zähler und Nenner der beiden folgenden Brüche. Nehmen wir z. B. den Bruch $\frac{3}{8}$; er ist $= \frac{1+2}{3+5}$ = der Summe der beiden vorhergehenden und $= \frac{8-5}{21-13}$ = der Differenz der beiden nachfolgenden. Wenden wir dieses Gesetz zur Bestimmung anderer möglicher Combinationen an, indem wir Zähler und Nenner der zwei letzten uns schon bekannten Brüche addiren, so erhalten wir $\frac{13}{34}$, die uns bei wiederholter Addition $\frac{21}{55}$, dann $\frac{34}{89}$, $\frac{55}{144}$ u. s. f. geben. Diese durch eine sehr einfache Rechnung erhaltenen Zahlen verwirklichen sich nun in der That durch die Beobachtung, die aber desto schwieriger und ungewisser wird, je höher die Zahlen steigen. Man begreift leicht, daß bei langen Zwischenknotenstücken und vielen in gewissen Abständen daran sitzenden Blättern, die senkrechte Stellung eines Blattes z. B. des 35. oder 36. über dem ersten sehr schwierig zu ermitteln ist. Nähern sich im Gegentheil durch Verkürzung des Stammes die Insertionspunkte so, daß sich die Blätter berühren, wie z. B. bei der Artischocke (Scolymus Cynara), so wird es zwar keine Schwierigkeit haben, die zwei übereinander gestellten Blätter aufzufinden; aber man wird dafür nur mit sehr großer Mühe dazu gelangen, die Aufeinanderfolge der zwischenliegenden Blätter in's Reine zu bringen.

§. 159. Nichts desto weniger kann man selbst in diesem Falle ohne zu große Mühe dazu gelangen, die Zahl für jedes Blatt zu finden. Das einfache Verfahren, das man anwendet, knüpft sich an gewisse Eigenschaften dieser regelmäßigen spiraligen Anordnung, die wir noch auseinander setzen müssen. Diese Erklärung kann dadurch vereinfacht werden, wenn man bedenkt, daß der Stamm, den wir bisher stets als einen Cylinder betrachtet haben, in Wirklichkeit sich nach oben allmälich verjüngt (dünner wird), also eigentlich ein sehr verlängerter und spitzer Kegel ist, daß also die Windungen einer Spirale, die um ihn herumgehen, einen immer kleinern Durchmesser haben, somit also nicht so genau über einander stehen, wie z. B. die des Drathes in der sogenannten Elastique in Hosenträgern und Handschuhen, sondern gewissermaßen in einander wie die einer Uhrfeder, die man an ihrem innern Ende anfaßte und in die Höhe auseinander zöge, oder daß, wenn man die Axe als sehr kurz, und fast auf eine Ebene reducirt (soll heißen auf Null reducirt) annimmt, die Spirale die gewöhnliche Stellung einer Uhrfeder annehmen wird, bei der jede Windung einen kleinern Durchmesser hat, und so im concentrischen Laufe sich immer mehr dem Mittelpunkte nähert, wel-

*) Schimper fand sogar bei den Sonnenblumen den Abstandswinkel $\frac{144}{232}$, also 232 Blätter auf 144 Windungen.

cher den Endpunkt der Are darstellt (Fig. 157). In dieser Construktion stellt der Theil, der an diesem Ende zunächst dem Centrum gelegen ist, denjenigen vor, der am höchsten läge, wenn die Are verlängert würde; der am andern Ende der Spirale gelegene Theil dagegen denjenigen, der unter diesen Umständen am tiefsten stehen würde; je weiter außen also ein Theil befindlich, je tiefer käme er bei verlängerter Are zu stehen. Nun ist dieß aber keine bloße Voraussetzung, denn in der Natur findet sich der Fall wirklich häufig vor, daß auf einen außerordentlich kurzen Stamm eine große Zahl von Blättern in einen Büschel genähert sitzen, was man eine Rosette nennt, wie z. B. beim Hauswurz, Sempervivum tectorum (joubarbe). Zeichnen wir uns nun (Fig. 157) eine derlei Spirale auf, und nehmen wir, um die Erklärung deutlich und vollständig zu machen, eine weder zu hohe noch zu niedere Zahl von Blättern und Windungen, z. B. $\frac{5}{13}$ an, die sich obendrein in der Natur häufig vorfindet.

Vom Mittelpunkte der Spirale aus beschreiben wir durch das entgegengesetzte Ende, oder den Punkt, wo das Blatt 1 ist, einen Kreis (der also die ganze Spirale in sich faßt) und theilen denselben durch 13 Radien in eben so viele Theile. Fünf dieser Theile bilden den Abstandswinkel. Wir zählen also der Spirale folgend 5 ab, und tragen das Blatt 2 auf diesem Punkte ein; darauf zählen wir 5 andere Theile und tragen das Blatt 3 ein, u. s. f.; wenn wir das Blatt 13 eingetragen haben werden, so wird jeder Radius oder Halbmesser ein einzelnes Blatt tragen, und das 14. wird sich durch 5 Spiralwindungen getrennt gerade über das 1. stellen und einen neuen Cyklus beginnen. Setzen wir voraus, daß die Spirale noch 10 Windungen bis zum Centrum beschreibe, und wir fortfahren, die Blätter vom 14. an auf den betreffenden Punkten einzutragen, so werden wir sehen, daß nach 5 neuen Windungen das 27. Blatt wieder auf denselben Radius stehen und einen neuen Cyklus beginnen wird, der sich mit dem 40. endigt u. s. f. Auf jedem andern Radius werden sich ebenfalls drei Blätter befinden, die eines vom andern immer durch 5 Windungen getrennt, und in ihrer Nummer um die Zahl 13 unterschieden seyn werden.

Jedes Blatt steht aber wieder in einem gewissen Verhältniß zu den Blättern, die rechts und links seine nächsten Nachbarn sind, z. B. das erste Blatt mit dem sechsten rechts, und da jedes Blatt ohne Unterschied als Ausgangspunkt angenommen werden könnte, so steht dieses sechste Blatt mit dem auf dem Radius zu seiner Rechten stehenden 11. genau in demselben Verhältniß, in dem es selbst zum 1. stand; eben so das 11. zum 16., das 16. zum 21., das 21. zum 26. u. s. f., so daß, wenn man die in dieser Ordnung stehenden Punkte 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36 durch eine Linie verbände, diese einen Theil einer Spirale darstellen würde. Aber das 2. Blatt befindet sich zum 7., das dritte zum 8., das 4. zum 9., das 5. zum 10 u. s. f. in derselben Stellung, wie das 1. zum 6., das 2. zum 7. u. s. f.; man wird also durch die Punkte 2, 7, 12, 17, 22, 27 ꝛc. und durch 5, 10, 15, 25, 30 ꝛc. eben auch 4 weitere, der ersten

ähnliche und parallele Spiralen ziehen können, und diese 5 Spiralen werden abermals sämmtliche Blätter in sich begreifen. Ueberall wird in ihnen die Zahl 5, d. i. die der Spiralen, den Unterschied in der Nummer der aufeinander folgenden Blätter machen.

Betrachten wir in gleicher Weise das Verhältniß des Blattes 1 mit seinem nächsten Nachbarn zur Linken, dem Blatte 9, so werden wir, auf dieselben Gründe gestützt und durch dasselbe Verfahren eine Spirale, die die Zahlen 1, 9, 17, 25, 33, u. s. f. in sich begreift, und noch 7 andere, die aufeinander folgend, von den Zahlen 4, 7, 2, 5, 8, 3, 6 beginnen, hier ziehen können. Die durch sie verbundenen Zahlen werden immer jede von der nächsten um 8 verschieden seyn.

Je größer dieser Unterschied ist, desto mehr nähert sich die Spirale der geraden Linie des Radius, desto kürzer ist der Weg, den sie zurückgelegt, um zum Centrum zu gelangen, oder mit einem Worte, desto steiler ist die Spirale.

Wir haben somit eine erste Spirale, die durch die Blätter 1, 2, 3, 4, 5, 6, ... geht, wie sie eines nach dem andern in die Höhe aufeinander folgen, die man die wahre, Haupt- oder Grundspirale, und außer ihr noch mehrere, falsche, bedingte oder Nebenspiralen, die parallel unter einander entweder von Rechts nach Links, in der Richtung der Grundspirale, oder im entgegengesetzten Sinne von Links nach Rechts sich winden. Die Zahl der letztern ist nun 5, gerade so viel als die Differenz zwischen der Nummer irgend eines Blattes und seines nächsten Nachbarn auf derselben Spirale beträgt, und gerade auch der Zähler des Bruches, der den Abstandswinkel in der Grundspirale anzeigt. Andererseits gibt die Zahl der in der entgegengesetzten Richtung sich windenden parallelen Nebenspiralen, nämlich 8, zu der ersten 5 addirt, die Summe 13, das ist den Nenner desselben Bruches.

Es ist leicht einzusehen, daß man den Abstandswinkel findet, wenn man im Stande ist, die Zahl der Nebenspiralen in der einen und in der andern Richtung abzuzählen. Die kleinere Zahl gibt den Zähler, die Summe beider den Nenner des Bruches, der ihn ausdrückt. Eben so leicht ist es dann, jedem Blatte seine Nummer zu geben, denn wenn man (den gegenwärtigen Fall, mit dem Abstandswinkel $\frac{5}{13}$ immer beibehalten) irgend ein Blatt als Ausgangspunkt annimmt und mit 1 bezeichnet, so kann man ohne weiters die auf der rechten Nebenspirale auf einander folgenden mit 6, 11, 16 u. s. w. und die auf der linken mit 9, 17, 26 u. s. w. numeriren; ist einmal ein Blatt auf einer Spirale numerirt, so erhält man alle andern mit der größten Leichtigkeit, indem man nur die Zahl 5 oder 8 zu addiren braucht, wenn man die Blätter von unten nach oben aufsteigend numerirt, und sie subtrahirt, wenn man umgekehrt verfährt.

§. 160. Es drängt sich nun die Frage auf, ob es denn wirklich leichter sey, die Nebenspirale als die Grundspirale aufzufinden? Die letztere zeigt sich allerdings recht deutlich, wenn die Blätter auf einer mehr oder minder langen Axe etwas entfernt von einander stehen; sie wird aber sehr undeutlich und schwer erkennbar, wenn sie auf einer

kurzen Axe hart an einander gedrängt sind. In diesem letztern Falle aber zeichnen sich die Nebenspiralen sehr deutlich; und man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man eine aus einer großen Blätterzahl zusammengesetzte Rosette betrachtet, wie z. B. die unseres Hauswurzes (Sempervivum tectorum), ehe sich noch der Stengel entwickelt hat, oder noch besser die des tafelförmigen Hauswurzes (Sempervivum tabulare), das man in unsern Gewächshäusern zieht. Die von uns entworfene Figur 156 findet sich da verwirklicht, und der Abstandswinkel ist nahezu derselbe je nach der Species. Sehr schöne Beispiele mit längerer Axe finden wir an den Zapfen unserer Nadelbäume, die aus einer solchen Menge eng aneinanderliegender Schuppen bestehen (welche eben so viele Blätter mit sich deckender Basis vorstellen), daß es unmöglich wird, von außen ihre Anheftungspunkte zu erkennen. Auf den ersten Blick aber erkennt man Schuppenreihen, die in sehr schiefen und parallelen Spiralen liegen (Fig. 158), wovon sich die einen nach rechts, die andern nach links winden und die man mit Leichtigkeit abzählen kann, wodurch man sogleich den Abstandswinkel der unsichtbaren Grundspirale erhält. Der Zapfen einer Pinusart (Pinus alba) (Fig. 158) zeigt dann eben die Stellung $\frac{5}{13}$, deren wir uns hier als erklärendes Beispiel bedienten. Hätten wir einen Zapfen von der Fichte oder Rothtanne (Pinus picea), so würden wir 8 Nebenspiralen in einer und 13 in der andern gefunden und somit auf den Abstandswinkel $\frac{8}{13+8} = \frac{8}{21}$ geschlossen haben.

Das Problem läßt sich übrigens oft auch noch auf mehrere andere Weisen lösen; so erhält man den Nenner des Abstandswinkels, wenn man die geradlinigen Reihen ohneweiters erkennen und abzählen kann, und hat man diesen einmal, so findet man den Zähler in der Bruchreihe, welche die gewöhnlichen Combinationen ausdrückt.

§. 161. Wir haben bis jetzt nur von den 2 Nebenspiralen gesprochen, die am leichtesten sichtbar sind und sich der senkrechten am meisten nähern; es leuchtet aber von selbst ein, daß es noch viele andere geben muß, indem jede Linie, die eine Reihe Zahlen mit gleichbleibendem Unterschiede verbindet, auch eine Spirale seyn muß, so z. B. diejenige, die durch die Nummern 1, 4, 7 . . . oder durch 1, 11, 21 ... u. s. w. ginge.

§. 162. Die Grundspirale kann von Rechts nach Links oder von Links nach Rechts sich winden. Man hat sich bemüht zu erforschen, ob diese Richtung entweder in einer gewissen gegebenen Pflanze oder doch in gewissen Zweigen in Bezug zu andern desselben Gewächses eine bestimmte und beständige sey. Einige Fälle gaben ein bejahendes Resultat, andere dagegen nicht. Wie dem auch sey, so ist bei zwei gegebenen Aesten a und b, von denen der erstere den letztern trägt, das erste Blatt von b in Bezug auf das erste Blatt von a (in dessen Achsel der Zweig entspringt) immer so gestellt, daß dieß letzter die Spirale von b beginnt. Bald aber windet sich die Spirale von b in derselben Richtung wie die von a, und dann nennt

man sie homodrom (von ὁμός ähnlich und δρόμειν laufen); bald nimmt sie ihren Gang im entgegengesetzten Sinne und dann erhält sie den Namen heterodrom (ἕτερος verschieden).

Im Allgemeinen bemerkt man keine Art von Beständigkeit, weder in der Richtung der Spirale noch im Abstandswinkel, außer wenn dieser durch sehr kleine Brüche, z. B. $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ höchstens $\frac{1}{5}$ ausgedrückt ist. Darüber hinaus geht oft ein Cyklus in den nächsten über, und die Richtung der Spirale von Rechts nach Links oder von Links nach Rechts findet sich unterschiedslos an Zweigen, die von demselben Aste entspringen, und wohl auch auf ein und demselben Zweige. Die Ursachen, die dieß Umspringen von einer Richtung in die andere bedingen, kennt man noch nicht hinlänglich. Was die häufige Stellvertretung eines Cyklus durch den andern betrifft, so findet sie eine ganz einfache Erklärung in der Vergleichung der Abstandswinkel, deren letzte und genaueste Untersuchung endlich nur sehr geringe Unterschiede ausweist. Drücken wir die Abstandswinkel in Graden und Minuten aus, so finden wir, daß von $\frac{5}{13} = 138^0\,24'$ an alle folgenden gleich sind 137^0 + einer Zahl von Minuten, die mit geringen Unterschieden sich der Zahl 30 mehr und mehr nähern und sie endlich fast erreichen. Man sieht nun wohl leicht ein, was einige Minuten für einen so geringen Umfang, als der eines Astes ist, zu bedeuten haben; die geringste Abweichung, mag sie nun von einer so häufig vorkommenden durch einen Zufall bewirkten geringen Drehung des Astes, oder von einem unmerklichen, oft nicht zu vermeidenden Fehler der Beobachtung herkommen, ändert den Abstandswinkel um einige Minuten, und substituirt einen Cyklus statt dem andern. Herr Bravais betrachtet deshalb auch diese Abweichungen in der Stellung auf einer zusammenhängenden Spirale auch nur als einfache und (bedeutungslose) Abweichung einer Stellung, deren Abstandswinkel ein beständiger und (in seiner Wesenheit) unveränderter ist. Dieß wäre der Winkel von $137^0\,30'\,28''$, der in einem irrationalen Verhältniß zur Peripherie des Kreises steht, das heißt mit keiner ganzen Zahl multiplicirt, einen vollen Kreis (360^0) gibt, daher auch ein Blatt sich nie vollkommen senkrecht über irgend ein vorhergehendes stellen kann. Die Blätter 6, 9, 14, 21, 35, 56 u. s. w., die wir in den bisher beobachteten Cyklen sich über das Blatt 1 stellen sahen, befänden sich somit nie genau in der vom Blatt 1 aufgerichteten Senkrechten, sondern sie würden sich ihr bald von Links, bald von Rechts nur immer mehr und mehr nähern, ohne sie je ganz erreichen zu können.

Herr Bravais theilt also die Blätter in Bezug auf ihre Stellung am Stamme in zwei große Klassen: 1. die krummreihigen (curviseriées) oder diejenigen, die in ihrer Anordnung niemals eines senkrecht über das andere zu stehen kommen können. 2. die recht- oder gradreihigen (rectiseriées) oder diejenigen, deren Abstandswinkel mit einer ganzen Zahl multiplicirt einen ganzen Kreis gibt, oder anders ausgedrückt, die in einem rationalen Verhältnisse

zu demselben stehen, die also in einer vollkommen Senkrechten übereinander zu stehen kommen und geradlinige Reihen längs des Stammes bilden; von diesen haben wir schon mehrere Beispiele bei den 2- und 3reihigen Blättern gesehen, deren Abstandswinkel $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ Kreis, 180^0 oder 120^0 ist.

§. 163. Wir haben die am häufigsten vorkommenden Abstandswinkel angeführt und gesehen, daß sie sich alle 157^0 nähern. Man findet aber zuweilen gänzlich verschiedene, wie $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{9}$, $\frac{3}{14}$ u. s. f., die, wie ersichtlich, Reihen bilden, welche den vorhin besprochenen darin gleich sind, daß sie durch Addition der Zähler und Nenner der vorhergehenden erhalten werden. Wir wollen bei dieser neuen Reihe, so wie bei zwei andern, die man noch entdeckte, nicht länger verweilen, da sie sich so selten zeigen, daß man sie als Ausnahmsfälle betrachten kann; doch muß dem Anfänger wenigstens ihr Vorkommen bekannt seyn, damit er nicht in Zweifel und Irrthümer verfalle, wenn er bei seinen Untersuchungen zufällig auf eine solche Combination stieße.

Herr Bravais macht bemerklich, daß diese Veränderung des Abstandswinkels auch statt finden müsse, wenn sämmtliche Blätter einer Nebenspirale verschwinden und daß diese Veränderung verschieden sey, je nachdem dieses Verschwinden auf dieser oder jener Nebenspirale statt finde. Dieß ist nicht etwa eine grundlose Voraussetzung, sondern der Fall kömmt wirklich vor. So haben die Stämme mancher Cactusarten, so lange sie ganz jung sind, eine ganz andere Form, als später. In ihrer ersten Jugend sind sie ganz rund, und ihre Blätter (in Gestalt kleiner, in Häufchen beisammen stehender Nadeln oder Stacheln) sind in einer gewissen Zahl von Spiralen gestellt, welche weiter oben plötzlich aufhören, wo zugleich der Stamm die Form eines Prisma oder einer cannelirten Säule annimmt, deren vorspringende Winkel oder Riefen die Zahl der beständigen, stehen bleibenden Blattreihen anzeigen; reduciren sich diese Reihen bis auf zwei, so wird der Stamm ganz platt (Cactus phyllanthus).

§. 164. Gegenständige Blätter. Wir wollen nun den Fall in Betrachtung ziehen, wo ein Knoten mehrere Blätter trägt. Sind ihrer nur zwei, die auf gleicher Höhe einander gerade gegenüber entspringen, so nennt man sie gegenständig, entgegengesetzt (fol. opposita); sind ihrer aber mehrere, so nennt man sie wirtelig oder quirlig (verticillatus), und die ganze um den Stengel herumstehende Gruppe zusammengenommen einen Wirtel oder Quirl (verticillus). Im Allgemeinen sind die einzelnen Blätter eines Wirtels durch gleiche Zwischenräume geschieden, und es ist also der zwischen zwei benachbarten Blättern liegende Kreisbogen gleich π der Peripherie (Umfang) getheilt durch n, der Zahl der Blätter des Wirtels, also $= \frac{\pi}{n}$, einen halben Kreis 180^0 betragend, wenn zwei, einen drittel Kreis, 120^0, wenn drei Blätter vorhanden sind, und so fort. Ein anderes fast allgemein gültiges Gesetz ist, daß die Blätter eines Wirtels nicht in senkrechter Linie über denen des un-

terhalb befindlichen stehen, sondern so, daß sie auf die Zwischenräume derselben fallen, entweder mehr gegen eine oder die andere Seite zu, oder gerade in die Mitte.

§. 165. Im letztern Falle stehen natürlich je zwei und zwei Wirtel über einander, und wo bloß gegenständige Blätter vorhanden sind, kreuzt das obere Paar das darunterstehende unter einem rechten Winkel. Diese Stellung nennt man das kreuzweise Stehen und die Blätter kreuzständige, oder kreuzweis stehende (Fol. decussata) Fig. 159. Sämmtliche Blätter des ganzen Stengels stehen dann in vier geradlinigen Reihen. Wären es dreiblättrige Wirtel, so stünden sie in sechs, wären es vierblättrige, in acht Reihen. Alle diese Stellungen gehören augenscheinlich in Herrn Bravais' Klasse der geradreihigen Blätter.

Wir haben hier also statt einer Spirale eine Reihe über einander gestellter Kreise. (Fig. 161.) Da nun ein gewisses gegebenes Blatt sich in einem Verhältnisse (Stellung) zu den unmittelbar darüber stehenden f' f', von denen eines z. B. das rechte sich wieder in demselben Verhältnisse (Stellung) zu dem darüberstehenden f'', u. s. w. befindet, so ist leicht einzusehen, daß eine durch diese Blätter gezogene Linie eine um den Stengel laufende Spirale bilden wird. Eine eben solche wird man von jedem andern Blatte des Wirtels ausgehen lassen können, und wird also eben so viel parallele Spiralen erhalten, welche den in den vorigen §§. mehrfach erwähnten Nebenspiralen ganz analog sind.

Wenn wir hier den Abstand zweier auf einander folgender Blätter nach derselben Regel bestimmen wollen, wie bei den abwechselnd stehenden Blättern (§. 161), d. h. mittelst eines Bruches, dessen Zähler die Zahl der parallelen Spiralen und dessen Nenner die Zahl der geradlinigen Blätterreihen ist, so leuchtet von selbst ein, daß der erstere (der Zähler) die Zahl der Blätter eines einzelnen Wirtels, stets die Hälfte des zweiten (des Nenners) oder der Zahl der Blätter in zwei Wirteln ist, und daß also, welches immer die Zahl der wirtelständigen Blätter sey, der Abstandswinkel zweier aufeinander folgender $= \frac{1}{2}$, d. h. einem halben Kreise oder 180^0 gleichkömmt. Dieses Resultat in Zahlen scheint darauf hinzuweisen, daß jeder Wirtel sich von der Entgegenstellung von je zwei und zwei Blättern herleitet, und daß, wenn man in einem Wirtel von mehr als zwei Blättern irgend ein Blatt als Ausgangspunkt wählt, das zweite eigentlich nicht das nächste, sondern im Gegentheil das diametral entgegengesetzte ist. Es ist in der Wirklichkeit auch nichts Seltenes, die Blätter eines Wirtels sich von einander trennen zu sehen, und dann zeigt sich ihre Stellung zu Zweien (binäre Stellung) ganz deutlich. Von drei Blättern z. B. zeigt eines, indem es sich ober- und unterhalb zweier anderer stellt, deutlich an, daß es in Wirklichkeit zu einem obern oder zu einem untern Kreise gehört.

§. 166. Wir haben weiter oben den Fall erwähnt, wo ein Wirtel mit den zunächst ober und unter ihm befindlichen nicht genau sich kreuzt, und man muß dann mehrere auf einander folgende Wirtel durchgehen bis man auf einen trifft, der sich gerade so über den

ersten stellt, daß das Anfangsblatt (Cyclarblatt) des einen über das des andern zu stehen kömmt *). In vielen Caryophylleen (nelkenartigen Pflanzen) z. B. stehen die gegenständigen Blätterpaare erst von fünf zu fünf übereinander, so daß man, von einem Blatte ausgehend, 8 zählen muß, bis man auf eines trifft, welches auf derselben Senkrechten steht. Untersucht man ihre Stellung genauer, so sieht man, daß diese Combination sich mehr der Anordnung der abwechselnden Blätter auf einer zusammenhängenden Spirale nähert und daß man durch Verkürzung der Axe, wodurch die Blätter in eine Rosette zusammengedrängt würden, eine solche erhalten würde, welche so ziemlich dieselbe wäre, wie die von acht Blättern mit $\frac{3}{8}$ Abstand. In der Familie der Caryophyllaceen sieht man auch wirklich oft zwei Blätter, die statt einander gerade diametral entgegengesetzt zu seyn, ein wenig auf dieselbe Seite des Stengels abweichen, als ob ihr Abstand wirklich weniger als $\frac{1}{2}$ oder $\frac{4}{8}$ des Umfangs wäre.

§. 167. Der Uibergang von der Gegenstellung zur Wechselstellung (abwechselnden Stellung) der Blätter kömmt nicht selten vor. Man sieht sie z. B. zuweilen an der Myrte (Myrtus communis) am Löwenmaul (Antirrhinum) und andern. Andere Pflanzen mit gegenständigen Blättern zeigen dieses Auseinandergehen oder Auseinandergezogenwerden der Wirtel oft an jungen Zweigen, die sich sehr schnell verlängern. Es ist daher sehr leicht möglich, daß zwischen diesen beiden Klassen kein so wesentlicher Unterschied bestehe, als man glauben möchte. Nichts desto weniger ist aber die Stellung der Blätter bei den meisten Pflanzenarten so constant, daß sie mit als ein gutes Kennzeichen derselben dienen kann. Es versteht sich von selbst, daß man nur solche Modifikationen zur Bezeichnung wählt, die nicht so leicht Aenderungen unterworfen sind, und also die Blätter als kreuzständig, abwechselnd, zweizeilig, dreizeilig u. s. w. beschreibt. Zuweilen könnte man wohl auch weiter gehen, indem z. B. der Abstandswinkel $\frac{2}{5}$ für manche Bäume noch sehr charakteristisch ist, allein, wie wir schon erwähnten, geht doch diese Zahl an ein und derselben Pflanze oft in eine andere über. Man begreift, welche Dienste zur Bestimmung der Pflanzen diese Gesetze leisten werden, wenn man sie einmal an der Mehrzahl der Pflanzen gehörig erforscht und bestimmt haben wird. Hat man nur einen belaubten Zweig, oder selbst nur einen blattlosen mit den Narben der Blätter, so wird man bei Bestimmung von Petrefakten manchen Anhaltspunkt zur Lösung eines Problems finden, an das man sich sonst gar nicht wagen dürfte.

§. 168. Die Monokotyledonen, deren erste Blätter nothwendigerweise abwechselnd stehen, behalten auch später diese Blattstellung bei.

*) Oder anders, daß der Abstandswinkel des Endblattes — Cyclurblattes — des einen Wirtels vom Anfangsblatte — Cyclarblatte des folgenden nicht derselbe ist, wie der der übrigen Blätter unter einander. Der folgende Wirtel dreht sich nämlich gleichsam immer um ein gewisses Stück weiter, und diese Vergrößerung des Abstandwinkels nennt man Prosenthese. Sie heißt fortführende, wenn ihr Winkel die Hälfte, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$ u. s. w der vorhergehenden Abstandswinkel beträgt. Gekreuzte Blätter sind demnach Wirtel mit dem Abstandswinkel $\frac{1}{2}$ und der Prosenthese $\frac{1}{2}$.

Man führt nur eine sehr kleine Zahl mit gegenständigen oder wirtligen Blättern auf; aber selbst bei diesen läßt sich leicht nachweisen, daß sie nicht genau in derselben Höhe entspringen. Bei den Dikotyledonen behalten die Blätter oft die Wechselstellung bei, die sich schon bei den Samenlappen zeigte, oft aber ändern sie sie auch, und diese Aenderung findet entweder unmittelbar schon bei dem ersten Blätterpaare statt, oder sie geschieht erst später nach und nach. In gewissen Familien zeigen sämmtliche Pflanzen abwechselnde oder gegenständige Blätter, oft auch noch andere sekundäre Modifikationen, wie denn z. B. alle Labiaten (Lippenblüthler) kreuzständige, alle Tiliaceen (lindenartigen Pflanzen) zweizeilige Blätter zeigen.

Auch bei den Akotyledonen findet man abwechselnde und gegenständige Blätter. Einige baumartige Farne könnten als Beispiele der regelrechtesten Wirtel vielleicht im ganzen Pflanzenreiche aufgeführt werden *).

Alle drei Klassen der Pflanzen zeigen übrigens in der Stellung ihrer Blattspiralen dieselben Combinationen. Es gibt aber natürlich darunter welche, die in einer Klasse viel seltener sind, als in einer andern; so findet man z. B. den Abstandswinkel $\frac{1}{6}$ bei den Dikotyledonen (so weit sie beobachtet sind) gar nicht, recht häufig aber bei den Monokotyledonen.

§. 169. Wir haben schon früher erwähnt, daß die Blätter nicht immer vollkommen sind, d. h. nicht alle ihnen zukommenden Theile, sondern oft nur einen oder den andern besitzen. Da die Blattscheibe sich in der Regel zu den größten Dimensionen entwickelt und man gewöhnt ist, sie als das Blatt schlechthin zu betrachten, so ist man versucht, diesen Namen gar nicht anzuwenden, wenn sie sich nicht entwickelt oder wenn ihr Ansehen sehr abweichend ist. Allein ihre seitliche Stellung zum Stamm verräth sie als solche, und es bleibt vollends kein Zweifel mehr über ihre wahre Natur, wenn man sie trotz ihrer Umstaltung dieselben Gesetze in ihrer Stellung befolgen sieht, wie die gewöhnlichen Blätter. So bemerkt man z. B. auf dem Spargel kleine Schuppen (Fig. 111, f), die spiralig am Stamme angeordnet sind, und wird somit nicht anstehen, sie für wirkliche Blätter zu erklären, die in ihrer Entwicklung nur auf den Scheidentheil beschränkt sind. So oft die Blätter nur durch die Scheide oder den Blattstiel oder durch eine einfache und kurze Verlängerung des Bündels, das den Mittelnerven bilden sollte, dargestellt sind, so ist die gewöhnliche Form, die sie annehmen, die kleiner verdickter Anhängsel in Schuppengestalt, oder dünner Membranen, oder endlich feiner Fäden. Wir werden später sehen, daß sie namentlich in der Nähe der Blumen so vorkommen.

Knospen.

§. 170. Der Punkt, von welchem ein Blatt entspringt, hat im Leben der Pflanze eine doppelte Wichtigkeit, indem gewöhnlich un-

*) Man findet bei ihnen, wie auch bei den Lycopodiaceen Blattstellungen, die sich in folgenden, im Allgemeinen seltnen Reihen ausdrücken: $\frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7}, \frac{3}{11}, \frac{5}{18} \ldots \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{2}{9}, \frac{3}{14} \ldots \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{2}{11}, \frac{3}{17} \ldots$ u. s. w.

mittelbar oberhalb desselben die Knospe (gemma) [Fig. 161, ba, ba, ba,] in dem Winkel zwischen dem Blatte und dem Stamme, den man die Achsel (axilla) des Blattes nennt, sich entwickelt; davon bildet man das Beiwort achselständig (axillaris). Die Knospe ist nichts anderes, als ein Zweig in seinem jugendlichen Alter, dessen sämmtliche seitliche Theile, die Blätter im Zustande ihrer ersten Entwickelung, auf einer sehr kurzen Axe zusammengedrängt sind. Deßhalb verglich man sie auch mit dem Embryo, von dem sie sich aber dadurch unterscheidet, daß sie nicht, wie dieser sich vom Anfang selbst vermittelst der fleischigen Samenlappen zur Erhaltung genügt, sondern daß sie einen Theil einer schon ausgebildeten Pflanze ausmacht, die ihr ihre Nahrung liefert, und daß ihre ersten zu ganz andern Diensten bestimmten Blätter durchaus nicht die Samenlappenform zeigen.

§. 171. In ihrem Beginn ist sie eine kleine Anhäufung oder ein Kern von Zellen, der mit dem äußern Ende der Markstrahlen in Verbindung steht, und der anfangs im Innern versteckt ist, später aber die Rinde vor sich her treibt und sich außen zeigt. Noch später verwandeln sich die innere Zellenreihen dieser neuen kleinen Axe zu Gefäßen, und die Oberfläche bedeckt sich mit kleinen zelligen Anhängseln, den ersten Entwürfen gleichsam der Blätter, die sich nach den von uns schon auseinandergesetzten Gesetzen entwickeln. Wir wissen bereits, daß der Ast den Stamm in seiner Organisation und seiner Entwicklung wiederholt. Die Gefäße und Fasern des einen setzen sich in den andern fort, und die Markhülle des Astes endet an seiner Verbindungsstelle mit dem Stamme, so wie die des Stammes beim Ursprung der Wurzel aufhörte.

§. 172. Da die Knospe bestimmt ist, eine Anzahl Blätter zu entwickeln, welche dem Blatte, in dessen Achsel sie steht, nachfolgen, so überlebt sie dieses natürlich, und bleibt unverändert stehen, wenn dieses am Jahresschlusse abfällt oder verwelkt, bis der Frühling kömmt, welcher der Vegetation neues Leben einhaucht, und sie zur Entwickelung zu einem Aste antreibt und bestimmt. In den warmen Klimaten, wo diese Ruhezeit fast Null ist, und wo es kein gefährliches Sinken der Temperatur für die Knospe gibt, sind ihre ersten Blätter eben so vollkommen, und fast von derselben Beschaffenheit wie die folgenden. In den Ländern aber, wo es einen eigentlichen Winter gibt, und so zarte Gebilde, wie die ersten Blätter, den schädlichen äußern Einflüssen nicht widerstehen könnten, zeigen die ersten und äußersten Blätter, die bei der reihenweisen (pélotonée) Anordnung die innern bedecken und beschützen müssen, merkwürdige Abweichungen in Form und Substanz, die sie zu dieser Bestimmung geeignet machen. Sie haben gewöhnlich die Consistenz, die man in der Botanik mit dem Namen schuppig bezeichnet, nämlich hart (zäh) und trocken, wie z. B. die Schale eines Melonen- oder Birnkerns; häufig sind sie auch von einer Substanz durchdrungen oder bedeckt, die ein schlechter Wärmeleiter und im Wasser unlöslich ist, wie z. B. mit Harz, wie bei mehreren Pappelarten oder mit einem dichten Flaum, wie bei vielen Weiden.

Oft sind diese Schuppen oder Blätter so weit entwickelt, daß sie einander wechselseitig vollkommen einhüllen; gemeiniglich aber sind sie von kleinerm Umfange als die ganze Knospe, und dann liegen sie in mehreren Reihen dachziegelförmig (imbricatus) übereinander, d. h. so, daß die äußern stets die Basis den (untern Theil) der innern bedecken, wie die Ziegel eines Daches. (Fig. 162, 163, 1). In diesem Falle läßt sich an ihnen, wenn die Knospe etwas länger und ihre Zahl nicht zu gering ist, die spiralige Anordnung (gleich der an einem Tannzapfen) auf den ersten Anblick deutlich erkennen. Solche Knospen nennt man beschuppt (squamatus), während diejenigen, deren äußere Blätter nicht so verändert sind, und die also eines solchen Schutzes entbehren, nackt (nudus) genannt werden. Die letztern finden sich bei den meisten tropischen Bäumen; indessen finden sich auch bei uns welche mit nackten Knospen, wie z. B. der Faulbaum, (Rhamnus frangula); der Fall ist aber sehr selten.

Man hat zur Bezeichnung dieser äußern veränderten Blätter mehrere Namen vorgeschlagen, und nennt sie Knospendecke (tegumentum, perula). Linné gab ihnen den sinnreichen Namen hibernacula, Winterwohnung, Winterquartier. De-Candolle behielt ihnen den Namen Knospe vor, während er das übrige den jungen Trieb nannte. Um diese Vielfältigkeit von Namen zu vermeiden, wollen wir sie hier immer Schuppen (squama) heißen, zugleich aber daran erinnern, daß dieses die Form sey, unter der sie zwar allermeist, aber doch nicht immer auftreten.

§. 173. Das Blatt, das nun die Rolle der Knospendecke übernimmt, ist in seiner Entwicklung auf einen oder den andern seiner Theile beschränkt, und daher rühren auch die verschiedenen Eigenschaftswörter, die man ihm beilegt. So nennt man die Knospendecke blättrig (foliaceus), wenn die Schuppe bloß aus der so verwandelten Blattscheibe gebildet wird; blattstielig (petiolaceus), wenn sie aus der Erweiterung des unteren Blattstieles oder aus der Scheide besteht; nebenblattdeckig (stipulaceus), wenn sie die seitlichen Ausbreitungen des Blattes, die Nebenblätter, und stützdeckig (fulcraceus), wenn sie die Blattstiele sammt den Nebenblättern zusammensetzen. Die Bestimmung dieser Theile ist oft deutlich angezeigt, und die Natur bestättigt unsere Theorien, indem sie die stufenweisen Uebergänge von den mehr nach innen gelegenen Schuppen zu den wirklichen Blättern zeigt, wie z. B. in der Pavia *).

§. 174. Die eigentlichen Blätter sind, sobald sie einmal eine gewisse Größe erreicht haben, in der Knospe verschiedenartig gefaltet und über einander gewickelt, so daß sie zusammen die rundliche Form

---

*) Die Deckschuppen (perula) der Knospen werden auch von einigen Botanikern geradezu nur als eine Form der Blattscheide allein angesehen und auch noch die Schuppen (squama) hieher gezogen, welche als ein häutiges oder fleischiges, größeres oder kleineres blattartiges Organ am untern und am häufigsten am unterirdischen Theile des Stammes erscheinen, z. B. die Schuppen der Zwiebeln. Es dürfte sich aber bei letztern wohl schwer entscheiden lassen, welchen Theil des Blattes sie darstellen. Daß sie Blätter überhaupt sind, ist unzweifelhaft.

derselben annehmen und so wenig als möglich Platz bedürfen. Man nennt diesen Zustand die Blüthendecklage, Blätterknospenlage oder Knospenlage (praefoliatio, früher vernatio). Jede Art derselben bezeichnet man mit einer Benennung, die wir hier sammt der Erklärung beifügen wollen. Betrachten wir zuerst jedes Blatt an und für sich ohne Rücksicht auf sein Verhältniß zu den andern, so finden wir, daß es seyn kann

1. gefaltet und zwar bloß einmal gebrochen und dann wieder entweder der obere Theil auf den untern gelegt, so daß die Spitze des Blattes der Basis nahe liegt: niedergebeugt oder rückwärtsgebeugt (f. reclinatum), z. B. beim Tulpenbaum (Liriodendron) (Fig. 164, 1.), oder die rechte Hälfte auf die linke umgeschlagen, wobei der Mittelnerv in seiner Lage bleibt: doppeltliegend oder zusammengelegt (f. conduplicatum), z. B. bei der Eiche (Fig. 164, 2); oder mehrmal gebrochen oder gefaltet, wie beiläufig ein Fächer, gefaltet oder faltig (f. plicatum), z. B. beim Ahorn (Fig 163, f. und Fig. 164, 3); die Falten laufen gewöhnlich längs der stärkern Nerven.

2. Gerollt; mit gerade bleibender Axe seitlich, und dann entweder in sich selbst, wie eine Tute oder Düte zusammengerollt, oder tutenförmig (f. convolutum) z. B. bei dem Aprikosenbaume (Fig 164, 4), oder beide Blattränder gegen einander gerollt, welche sich nun wieder nach außen auf die Rückseite des Blattes, zurückgerollt (f. revolutum) bei dem Rosmarin, (Fig. 164, 6) oder nach innen auf die Vorderseite des Blattes wenden können: eingerollt; (f. involutum) bei dem Veilchen (Fig. 164, 5), — oder mit gerollter Axe, wo diese sammt dem Blatte von oben nach unten sich rollt wie ein Bischofsstab oder eine Uhrfeder, zirkelförmig oder schneckenlinig gerollt (f. circinnatum) wie beim Pillenkraute (Pillularia) (Fig. 164, 7). Diese verschiedenen Abänderungen können sich mehrfach mit einander vereinigen, so z. B. wenn das Blatt gefaltet und auf seinen Blattstiel niedergebeugt ist, oder sie können sich verdoppeln oder wiederholen, wenn die sekundären Nerven z. B. sich gegen den mittleren einrollen, wie dieser gegen die Hauptaxe. Dieß sieht man öfter bei tief eingeschnittenen Blättern, z. B. bei denen der Farne, deren einzelne Blattlappen so wie das ganze Blatt schneckenlinig zusammengerollt sind; besonders ist es aber der Fall bei wirklich zusammengesetzten Blättern. Betrachten wir nun die Blätter einer Knospe in ihrer Lage gegen einander, so sehen wir, daß sie 1. flach oder nur wenig gekrümmt liegen, und sich nur mit ihren Rändern berühren, ohne sich zu bedecken, klappige Blätterknospenlage (praefol. v. fol. valvata) (Fig. 164, 8); oder sie bedecken sich bloß auf einen Theil ihrer Höhe, dachziegelförmige Blätter (praef. imbricata) (Fig. 164, 9); 2. daß sie auf sich selbst zurückgerollt sind, und sich nun entweder bloß mit ihren Rändern berühren (Fig. 10) oder mit ihren benachbarten Flächen, eingeschlagene Blätter (praef. induplicata) (Fig. 164, 11); oder ein zusammengelegtes (conduplicatum) Blatt umfaßt ein anderes vollkommen und reitet auf dem-

selben: reitende Blätter (fol. equitantia) (Fig. 12), oder endlich es nimmt in seinem Bug die Hälfte eines andern eben so gefalteten Blattes auf: zwischengerollte, halbreitende Blätter (fol. invicem equitantia s. obvoluta) (Fig. 137). Alle diese Ausdrücke werden übrigens nicht allein für die Blätter in der Knospe angewendet, sondern dienen überhaupt, Art und Verhältniß der Fältlung und Einrollung aller flachen Theile der Pflanze in was immer für einem Theile oder Zeitraume zu bezeichnen. Man findet sie (diese Faltung) vorzüglich in jungen Theilen, so auch in der Blüthenknospe. Wir werden später also wieder darauf stoßen, und es ist deßhalb nöthig, sich sie wohl einzuprägen.

Verästlung.

§. 175. Nach der Untersuchung der Knospen sind wir auch im Stande, die Verästlung zu begreifen, da sie aus der Entwicklung der Knospen hervorgeht, indem sich diese in Zweige verlängern, die sich wieder ihrerseits mit Knospen bedecken, welche zu neuen Zweigen werden, und so immer fort. Nennt man den Stamm die Haupt- oder primäre Axe, so kann man die unmittelbar aus ihm entspringenden Aeste sekundäre, die aus diesen entspringenden tertiäre Axen nennen, u. s. w. Für gewöhnlich bedient man sich der Benennungen Aeste (rami) und Aestchen, Zweige (ramuli), um diese auf einander folgenden Theilungen zu bezeichnen, und da diese oft sehr zahlreich sich wiederholen, so ändert man diese Namen, die keine strenge Bedeutung haben, mittelst verschiedener Beiwörter oder auf andere Weise ab, um damit anzuzeigen, welchem Grad der Theilung der Zweig entspricht, von dem gerade die Rede ist. Oft geschieht es aber, daß man diesen Ausdrücken einen rein relativen Werth beilegt, indem man nicht den Stamm, sondern irgend eine andere mehr oder weniger entfernte Axe als Ausgangspunkt annimmt. Was man also bei einer krautartigen Pflanze einen Ast nennt, würde bei einem Baume meist nur ein sehr schwaches Zweiglein heißen.

§. 176. Es ist klar, daß wenn in der Achsel jedes Blattes sich eine Knospe zu einem Aste entwickeln würde, die gegenseitige Lage der Aeste dieselbe wäre, wie die der Blätter; sie würde in großem Maßstabe und bleibend dieselben gerad- und krummlinigen Reihen zeigen, die wir weiter oben besprochen haben. Bei den krautartigen Pflanzen, wo die Zahl der Blätter und der Axen nothwendigerweise weit beschränkter ist, entwickelt sich auch häufig die größte Zahl der Knospen. Die Anordnung der Blätter und der Aeste entsprechen einander daher auch ziemlich genau; doch geschieht es nicht selten, daß manche Achselknospe fehlschlägt. Bei den holzigen Gewächsen, deren längeres Leben eine weit vielfältigere Verästlung mit sich bringt, ist dieß der gewöhnliche Fall. Dieses Fehlschlagen einer Anzahl Knospen ist also die erste Ursache, die die Anordnung der Aeste in Bezug zu den Blättern abändert. Die zweite Ursache ist eine gerade entgegengesetzte, nämlich das Hinzutreten einer gewissen Anzahl anderer Knospen, die sich an andern ungewöhnlichen Stellen entwickeln. Wir wollen beide nacheinander näher besprechen.

§. 177. Wir haben bisher noch nicht von einer Knospe gesprochen, die viel beständiger vorhanden ist, als die in den Blattachseln befindlichen seitenständigen Knospen; dieß ist die Endknospe (Fig. 162, b, t), die bestimmt ist, die Hauptaxe fortzusetzen, an deren Ende sie entstanden ist. Zuerst war das Knöspchen des Embryo da. Nachdem es die Entwicklung erreicht, deren es fähig ist, und der Stamm, die Hauptaxe, nebst den Blättern in seinem Wachsthume inne hält, bildet sich an seinem Gipfel eine Knospe, die ihn gleichsam krönt. Nach einer gewissen Dauer des Stillstandes, welcher in unserm Klima den Winter hindurch dauert, beginnt diese Knospe sich zu entwickeln, hält aber nach einiger Zeit wieder ein, eine neue für das folgende Jahr bildend. Der Stamm besteht also in Wirklichkeit aus einer Menge Aeste, die mit ihren Enden auf einander gesetzt sind, und es muß daher bei unsern baumartigen Dikotyledonen die Zahl der Holzringe von unten nach oben immer um einen abnehmen. Könnte man von außen den Trieb eines jeden Jahres von einander unterscheiden *), so hätte man, so lange das Wachsthum nicht stille steht, ein äußeres Kennzeichen für das Alter der Bäume.

Es gibt viele Pflanzen, bei denen die Endknospe die einzige ist, die sich entwickelt und dann gibt es keine seitliche Verästlung und der Stamm bleibt einfach. Dieß ist bei den Dikotyledonen ein sehr seltener Fall, indessen kömmt er doch zuweilen, bei den Cycadeen und bei Carica Papaya (papayer) vor, deren Stamm als eine oben mit einem Blätterbusch gekrönte Säule emporschießt; dagegen ist er sehr häufig bei den Monokotyledonen (Fig. 114, 1), und wir haben gesehen, daß die baumartigen unter ihnen meist diese Form annehmen, daher man auch zur Erkenntniß ihres Alters die obenangeführte Methode vorgeschlagen hat. Wenn man aber auch am obern Theil des Stammes die ringförmigen Spuren der Jahrestriebe findet, so sind sie doch gemeiniglich weiter unten bei ältern Bäumen schon lange verwischt. Uibrigens wissen wir auch nicht, ob in den warmen und winterlosen Klimaten die Bildung eines Ringes immer einem Jahre oder irgend einem regelmäßigen Zeitraume entspricht.

§. 178. Wir wollen nun den Fall betrachten, wo sich die Achselknospen zwar nicht alle, aber doch in mehr oder minder bedeutender Zahl entwickeln. Das Fehlschlagen des einen Theils kann unregelmäßig stattfinden und von örtlichen oder individuellen Ursachen abhängen. Da, wo die Pflanze irgendwie beengt, des Lichtes beraubt seyn, in einem schlechten Boden stehen, oder sonst einem schädlichen Einflusse preisgegeben seyn wird, werden auch die Knospen fehlschlagen, oder schlecht treiben und bald eingehen. Es wäre unnütz, all die rein zufälligen Einflüsse untersuchen zu wollen, die von allen Seiten und in jeder Höhe einwirken und Pflanzen derselben Species ein so verschiedenes Ansehen verleihen können. Häufig sieht man aber die Knospen mit einer merkwürdigen Regelmäßigkeit fehlschlagen. So sind bei der Tanne die sehr zahlreichen und dichtstehenden Blätter

*) Man kann es, obwohl nur bis zu einer gewissen Zahl und unter günstigen Umständen.

in einer Spirale gestellt, während doch die Zweige in Wirteln mit großen Zwischenräumen über einander zu stehen scheinen. Dieß rührt daher, weil in der Blätterspirale abwechselnd lange Reihen von Blättern ohne Knospen und dann unmittelbar nach einander mehrere Blätter mit Knospen in ihren Achseln vorkommen, und weil die Spiralwindungen, die diese letztern tragen, zu nahe an einander stehen, als daß man die Unterschiede der Höhe der Aeste bemerken könnte, die somit für das Auge in einem Kreise zu stehen scheinen. Bei gegenständigen Blättern entwickelt sich oft bloß in der Achsel des einen eine Knospe, im folgenden Blattpaare ebenfalls, aber auf der entgegengesetzten Seite, und so erhält man, bei zwei Reihen gegenständiger Blätter, abwechselnd und zweireihig stehende Aeste, wie z. B. beim Bürzeldorn (Tribulus), bei Blätterpaaren, die sich schief kreuzen, Aeste, die in einer einzigen Spirale stehen, wie bei vielen Caryophylleen. Ohne die mannigfaltigen Combinationen, die die Natur uns darbietet, im Einzelnen zu untersuchen, genügt es uns hier zu bemerken, wie zuweilen bei einer Reihe von Organen einige, die mit andern in einem beständigen Verhältnisse stehen, in der Entwicklung zurückbleiben, und wie dieses Gesetz, das wir in allen Theilen der Pflanze waltend finden, besondern Einfluß auf die Verästlung nehmen muß.

§. 179. Wenn wir den Fall annehmen, daß die Endknospe fehlschlage und die Seitenknospen sich entwickeln, so wird der Stamm sehr kurz werden, oder beinahe verschwinden, und die Pflanze wird sich seitlich entwickeln, entweder in allen, oder vorzüglich in einigen wenigen Richtungen, wenn wieder ein solches regelmäßiges Fehlschlagen unter konstanten Verhältnissen Statt findet, wie wir es eben aus einander gesetzt haben.

Hieher gehören gewisse Modifikationen, die man zum größten Theil auf den Stamm bezieht, die aber in Wirklichkeit alle nur von einer besondern Art der Verästlung abhängen. In dem Falle, um den es sich handelt, hört der Stamm, der durch die Keimung des Embryo hervorgebracht ist, nach einiger Zeit auf zu wachsen, und da er sich nun nicht mehr durch Hervorbringung einer Endknospe verlängert, so übernimmt ein Seitenast, der gewöhnlich mehr an der Basis entspringt, die Rolle der weitern Erzeugung. Der Stamm beginnt aber nicht immer an der Oberfläche des Bodens, sondern vergräbt sich oft auf eine größere oder geringere Tiefe in denselben; so kann denn also auch der Ast, der ihn ersetzt oder seine Stelle vertritt, eben so gut unter der Erde entstehen.

§. 180. Die gewöhnlich ausdauernd oder perennirend genannten Pflanzen sind nun gerade in diesem Falle. Im ersten Jahre erschien ein Stamm, den man alle Phasen einer einjährigen Pflanze durchlaufen sah und der wie diese endlich abstarb, aber nicht ganz, sondern nur sein über der Erde befindlicher Theil, während unter der Erde die Wurzel und der untere mit einigen Knospen besetzte Theil zu leben fortfährt. Diese überstehen den Winter im Schooße der Erde unangefochten, und bringen, von der milden Jahreszeit neu zum Leben erweckt, eben so viel Stengel hervor, die zu demselben Lebenslauf bestimmt sind. Diese Knospen zeigen in der Regel eine ganz eigen-

thümliche Form; ihre dicke und fleischige Axe verlängert sich bedeutend, ehe sich Blätter entwickeln; man hat ihnen den Namen Stockknospen (turiones) gegeben. Ein Beispiel davon gibt die Gichtrose (Paeonia), oder um ein noch bekannteres anzuführen, der Spargel in dem Zustande, in dem man ihn ißt.

§. 181. Anstatt bis zum nächsten Jahre in gleichem Zustande zu verharren, und bei der Entwicklung an's Licht zu treten, können die unterirdischen Aeste sich auch unter der Erde bleibend verlängern. Wir haben an einem andern Orte (§. 113) gesehen, daß die Stämme unter diesen Verhältnissen gewöhnlich Adventivwurzeln treiben. Dieß geschieht denn auch bei diesen Aesten, und indem sie nun schief oder horizontal unter dem Boden fortkriechen und mit Verlängerungen und Wurzelfasern besetzt sind, gewinnen sie ganz das Ansehen von einer Wurzel. Man nennt sie dann Wurzelstock (rhizoma). Der unterirdische Ast setzt nun entweder seinen Lauf unter der Erde fort, und sendet von seiner obern Fläche oder von seinen Seiten Knospen nach oben, die senkrecht in die Höhe schießend sich am Lichte entwickeln und entfalten, oder er beugt sich mit seinem Ende, an dem eine Knospe befindlich ist, selbst in die Höhe und kömmt zu Tage, gewöhnlich aber erst, nachdem ein ähnlicher und aus ihm entstandener Ast seine Stelle eingenommen hat und seinen unterirdischen Lauf fortsetzt. Ein und dieselbe Pflanze kann auf diese Art eine große Strecke zurücklegen, und an einen Platz kommen, der weit von dem entfernt ist, an dem sie ihr Leben mit der Keimung begann. Eine Reihe von Narben auf der obern Fläche des Wurzelstockes zeigt oft die auf einander folgenden Stockknospen oder Triebe an, wie man dieß beim Salamonssiegel (Convallaria polygonatum) sehen kann. (Fig. 166, c c).

§. 181. Die Zwiebel (bulbus), die man sonst mit Unrecht den Wurzeln beizählte, ist eine andere Modifikation des Stammes von monokotyledonen ausdauernden Pflanzen. Diese Art von Stamm bringt seitwärts an ihrem unterirdischen Theile eine dicke und in ihrem Innern fleischige Knospe hervor, die mit mehreren oder wenigeren Blättern bedeckt ist. Die äußern, die nothwendigerweise am tiefsten entspringen, sind in Schuppenform bloß auf den Scheidentheil beschränkt und stellen dasselbe dar, was wir bei den in der Luft befindlichen Knospen so genannt haben. Zuweilen umgeben diese zarten Scheiden jede die Basis des Stengels vollkommen (Fig. 167, c), wie man es bei den Hyacinthen, dem Safran (Crocus) und dem Lauch sieht, nach welchem man alle derlei Pflanzen im gemeinen Leben Zwiebelpflanzen nennt; solche Zwiebeln heißen dann bei den Botanikern schalige Zwiebeln (bulbi tunicati). Ein andermal findet man statt dieser häutigen und vollkommenen Hüllen der Knospe zahlreiche, schmale, dachziegelförmige Anhängsel rund um die ganze Zwiebel, die man dann schuppig (squamosus) nennt, weil sie Schuppen sehr ähneln, und nur durch fleischige Consistenz sich von ihnen unterscheiden; die weiße Lilie gibt ein gutes Beispiel davon, (Fig. 168). Endlich findet man auch nur einige wenige Häute, und da dann fast die ganze Masse der Zwiebel nur aus ihrer sehr dick

gewordenen Axe besteht, so belegt man solche Zwiebeln mit der Benennung solid (solidus) (Fig. 169). In der Achsel der so metamorphosirten Blätter bemerkt man viel kleinere Knospen, die man zusammengenommen Zwiebelbrut (proles bulbi, cayeux), einzeln Brutzwiebeln (bulbuli) nennt, und deren größere oder kleinere Zahl mit der der Blätter im Verhältniß zu stehen scheint. Von diesen Knospen können die einen sich auf der Zwiebel selbst, zuweilen durch mehrere Jahre, entwickeln, die andern aber selbst zu neuen Zwiebeln werden. Da sie aber nur schwach an der Mutterzwiebel hängen, die übrigens auch noch abstirbt; so lösen sie sich gemeiniglich zu einer gewissen Zeit los, und bilden neue Pflanzen, die zwar alle von einem Stocke abstammen, später aber doch jede für einen neuen und besondern gelten müssen.

Bei den soliden Zwiebeln entwickelt sich oft bloß auf einer Seite eine einzelne Knospe (Fig. 169, a''), die bald die Form ihrer Erzeugerinn annimmt, und ihrerseits wieder eine Seitenknospe (a''') hervorbringt, welche aber gewöhnlich auf der entgegengesetzten Seite liegt, ganz nach dem Gesetze der abwechselnden Blattstellung in den Knospen. So entsteht alle Jahre ein neuer Stock, und wenn der zweite rechts am ersten entspringt, so entwickelt sich der dritte links am zweiten, der vierte rechts am dritten, und so fort, so daß man die Pflanze stets auf derselben Stelle, nur bald ein wenig mehr rechts oder links findet. Man kann dieß sehr deutlich bei der Herbstzeitlose (Colchicum) beobachten.

Bei jeder Zwiebel findet man unten einen scheibenförmigen Körper (Fig. 167, p [wo er aber eigentlich nicht gerade scheibenförmig ist]), an dessen unterer Fläche die büschelförmigen Wurzeln entspringen, während oben die Blätter oder Schuppen darauf sitzen. Man nennt ihn die Zwiebelscheibe, den Zwiebelkuchen oder Zwiebelstock (lecus). Da er das Mittelglied zwischen Blättern und Wurzel bildet, so betrachtet man ihn als Stamm; richtiger aber sieht man ihn als den untern Theil eines Astes an, da er nichts anderes ist, als die Basis einer seitlichen Knospe, die sich losgelöst hat und gleichsam ein natürliches Propfreis auf der Mutterpflanze geworden ist.

§. 183 Die Seitenäste, die die Stelle des im Wachsthum stehen gebliebenen Stammes vertreten und die Ausdehnung der Mutterpflanze in horizontaler Richtung bewirken, können auch oberhalb der Erde entspringen. Man nennt sie dann gewöhnlich kriechende Stengel. Dieser sogenannte Stengel ist gewöhnlich dünn und biegsam und durchläuft eine gewisse Strecke, ohne Blätter hervorzubringen, oder treibt deren nur einige beisammen in großen Zwischenräumen, oft auch nur ein einziges (Fig. 170, a'' f), dessen Knospe sich entwickeln kann, aber auch häufig fehlschlägt, und endigt sich dann in eine nach aufwärts gerichtete Blätterrose (Fig. 170, r); unterhalb dieser Blätterrose entspringen sodann Wurzeln, welche in die Erde hinab steigen, und aus den Achseln der untern Blätter entspringen neue Aeste (a''), die sich in einiger Entfernung eben so endigen. Jedermann kennt diesen Bau an der gemeinen Erdbeere (Fragaria vesca [Fig. 170]), der kriechenden Ranunkel und an vielen

andern Pflanzen, denen man darnach ihre Beinamen ertheilt hat. Diese seitlichen Aeste, die man gewöhnlich Ausläufer (flagellum, coulants) nennt *), gehen gewöhnlich zuletzt zu Grunde und lösen sich ab, und die einzelnen bewurzelten Blätterbüschel werden jedes zu einem besondern Stocke. Die Gärtner ahmen diese Operation der Natur nach, indem sie Senker machen, d. h. einen Zweig zur Erde niederbeugen und ihn ein wenig eingraben, wo er dann nach unten Wurzeln, nach oben Blätter treibt, und so sich zu einem eigenen Stock entwickelt, der sich selbst ernährt und endlich als ganz selbstständig betrachtet werden kann.

Bei den Fettpflanzen, deren Blätter zu ihrer Ernährung einige Zeit hinreichen, braucht man nicht erst abzuwarten, bis die Blattrose auf dem Ausläufer erst Wurzeln nach unten getrieben hat, sondern man kann sie ohne weiters loslösen und einsetzen, was man beim gemeinen Hauswurz (Sempervivum tectorum) leicht und mit sicherem Erfolge versuchen kann. Man nennt dieß eine Brut- oder Fortpflanzungsknospe (propagulum).

§. 184. Wir müssen unter allen diesen Knospen, die ein so großes Bestreben zeigen, sich von der Mutterpflanze los zu lösen und selbständig zu machen, noch der Modifikation von Luftknospen erwähnen, die unter dem Namen Knospenzwiebeln (bulbilli) bekannt sind, und mit der Zwiebel wirklich die größte Aehnlichkeit haben. Sie besitzen, wie jedes Organ oder jeder Complex von Organen, das bestimmt ist, sich auf seine eigene Kosten einige Zeit zu ernähren, eine fleischige Consistenz. Sie haben nur wenige und dichte Schuppen, die zuweilen ganz oder theilweise mit einander verwachsen und eine einzige kleine Masse bilden. Sie sind nur lose in der Blattachsel befestigt und fallen endlich ab, wo man sie selbst einige Zeit aufbewahren und dann erst einsetzen und zu einer neuen Pflanze erwachsen sehen kann. Sie bilden einen wahren Uibergang von der Knospe zur Zwiebel. Die zwiebeltragende oder Feuer-Lilie (Lilium bulbiferum) und die Zahnwurz (Dentaria bulbifera) geben Beispiele davon.

§. 185. In allen vorhergehenden Fällen behielt der Ast, der den Stamm fortzusetzen und darzustellen bestimmt war, eine seitliche Lage zu demselben. Es kann aber sich auch ereignen, daß er stärker wird, als dieser, ihn auf die Seite drängt, sich auf ihm aufrichtet und ganz seine Stelle einnimmt. Man ist dann bloß durch die wechselseitige Stellung der Theile im Stande, seine wahre Natur zu erkennen. Sieht man z. B. an dem Stamme des Weins (Fig. 172) von Distanz zu Distanz auf einer Seite ein Blatt ohne Achselknospe

---

*) Von ähnlichen Formen unterscheidet man noch den Schößling (sarmentum) einen fadenförmigen Ausläufer mit langen Zwischenknoten (Erdbeere), und die Sprosser (stolones), wenn die Zweige dick und die Zwischenknoten kurz sind; Günsel (Ajuga reptans). Außerdem muß noch aufgeführt werden die Stocksprosse (soboles), eine Stockknospe, die sich zu einem Zweige entwickelt, welcher ein Stück unter der Erde fortläuft und dann sich als Stengel emporhebt. Alle diese Bildungen sind eigentlich nicht wesentlich verschieden.

und auf der andern ohne Blatt einen kleinen krautartigen, verzweigten Ast (unter dem Namen Ranke bekannt) hervorsprossen, so muß man annehmen, daß die zwischen dem Blatt und der Ranke, also in der Achsel des ersten, befindliche Fortsetzung des Stammes nichts anderes ist, als das Produkt der Achselknospe, die in ihrer kräftigen Entwicklung das kraftlose, erschöpfte und in eine Ranke fehlschlagende Ende des Stammes auf die Seite gedrängt hat. Diese Anordnung ist beim Wunderbaum (Ricinus communis) und dem Alkermes (Phytolacca decandra) noch viel deutlicher, weil die neue Neben-Axe, die zur Fortsetzung des Stammes bestimmt ist, nicht in gerader Linie fortwächst, sondern ein wenig nach der Seite steht, so daß man gar nicht daran zweifeln kann, daß es ein Seitenast ist. Bei diesen beiden Pflanzen findet man wie bei vielen andern an der Stelle, wo die Ranke beim Weine saß, ein Blüthenbüschel, wie denn diese Ranke auch eigentlich nichts ist, als eine fehlgeschlagene Blüthe, die man zu Blüthezeit des Weines auch an ihrer Stelle erscheinen sieht.

§. 186. Wir haben nun untersucht, wie die Verästelung durch das regelmäßige oder unregelmäßige Fehlschlagen einer gewissen Zahl End- oder Achselknospen verändert werden kann. Sie kann auch durch eine Ortsveränderung oder Verschieben der letztern umgestaltet werden, wenn diese, statt unmittelbar in der Blattachsel, in einiger Entfernung davon irgendwo am Stamme auftritt. Man nennt solche Knospen (und die daraus entwickelten Aeste) außerwinkelständig (extraaxillaris) oder zufällig (fortuitus). Diese Anordnung kann von mehreren Ursachen stammen, entweder vom gänzlichen Fehlschlagen gewisser Blätter, oder vom Verwachsen des Stammes entweder mit ihrem untern Theile, mit ihrem Blattstiel zum Beispiel, oder mit dem untern Theile des achselständigen Astes, wodurch im ersten Falle die Knospe unterhalb, im zweiten oberhalb des Blattes zu stehen scheint *).

Nur durch diese Art der Auffassung konnte man sich Rechenschaft geben über gewisse Unregelmäßigkeiten in der Anordnung der Blätter bei manchen Pflanzen, wie z. B. bei vielen Solaneen (Nachtschatten, wozu die Kartoffel und der schwarze Nachtschatten, u. s. w. gehören). Wir können hier in keine Details über diese Ausnahmsfälle eingehen, von denen ohnedieß bei Gelegenheit der Blüthenstellung noch die Rede seyn wird.

§. 187. Kann die Verästlung durch Fehlschlagen von Knospen abändern, so kann sie auch wieder andererseits ganz im Gegentheil durch eine Vermehrung der Knospen ein anderes Ansehen gewinnen. So sieht man, wenn auch selten, neben der Knospe, die gewöhnlich allein in der Achsel eines Blattes sitzt und die man dann Hauptauge nennt, andere Knospen entstehen, die den Namen Neben- oder Beiaugen (gemmae accessoriae) führen, und aus denen

*) Diese zufälligen Knospen entwickeln sich zu den bekannten Wassertrieben oder Wasserreisern, Räubern, die von den Gärtnern stets abgeschnitten werden, indem sie keine Früchte und Blüthen ansetzen, dagegen aber die Pflanze durch ein sehr schnelles Wachsthum sehr in Anspruch nehmen.

dann Aeste entstehen, die also in Mehrzahl aus der Blattachsel entspringen. Sie stehen entweder gerade über einander gemeiniglich zweie, manchmal auch mehr, wie z. B. an der Vogelkirsche (chamérisier) und am Nußbaume (Juglans regia), wo man eine Reihe von 3, 4 oder 5 Knospen bemerkt, die bei dem erstern von oben nach unten (Fig. 174), beim letztern umgekehrt von unten nach oben an Größe abnehmen (Fig. 173), — oder sie stehen neben einander auf derselben Horizontallinie, und dann scheint es, als wäre außer der dem Blattstiele entsprechenden Knospe noch eine für jedes Nebenblatt vorhanden. Dieß kömmt bei den Weiden und Pappeln vor, und sie sind der Ursprung der kleinen Aestchen, die man je zwei und zwei beisammen, an kürzlich abgehauenen Scheitern oder Klötzen dieser Bäume fortwachsen sieht.

§. 188. Die Vervielfältigung der Knospen rührt aber weit häufiger von der Ausbildung der schon obenhin erwähnten Adventiv- oder verborgenen Knospen her.

Alle nahe an der Oberfläche des Stammes gelegenen zelligen Partien scheinen geneigt, bei irgend einer Ursache, die ihre Lebenskraft erregt und durch vermehrten Saftzufluß Stoffe daselbst ablagert, sich zu Knospen zu entwickeln. Obschon nun diese neuen Produktionen am häufigsten am Stamm vorkommen, so können sie sich doch auch zuweilen an andern Theilen zeigen, an Wurzeln, die der Luft ausgesetzt sind, an fleischigen Blättern, entweder am Rande (wie bei **Bryophyllum calycinum** und bei Malaxis paludosa [Fig. 175] und so bei mehreren), oder auf der Oberfläche selbst (wie bei Ornithogalum thyrsoideum [Fig. 176]). Man kann die Pflanze durch Kunst zur Ausbildung solcher Knospen bringen, durch Unterbindungen oder durch Verwundungen, durch die man einen vermehrten Säftezufluß und das Anschwellen des Theiles bezweckt, an dem man dieses Verfahren ausübt. Ihre Form ist natürlich von jener der gewöhnlichen Knospen verschieden. Sie haben weder ihre Dimensionen, noch die schützende Knospendecke aus umgewandelten und schuppenartig gewordenen Blättern, wie diese, weil sie nicht ein Jahr vorher ausgebildet und im Voraus gegen die rauhe Jahrszeit geschützt sind. Da sie inmitten des lebhaftesten Wachsthumes in's Leben gerufen werden, so entwickeln sie sich unmittelbar und ununterbrochen. Sie erscheinen Anfangs gewöhnlich unter der Form kleiner Auswüchse, die, nachdem sie sich mehr oder weniger verlängert haben, sich mit Blättern bedecken. Die Form derjenigen, die sich auf den Blättern zeigen, kann eher mit denen der Knospenzwiebeln verglichen werden (Fig. 176).

§. 189. Es gibt aber auch welche, die statt wie gewöhnlich nach außen zu wachsen, sich in's Rindenparenchym eingeschlossen entwickeln. Herr Dutrochet lehrte uns diese sonderbaren Körper kennen, die man besonders in der Rinde mancher dikotyledonen Bäume (der Weiß- und Rothbuche, der Ceder vom Libanon) unter der Form unregelmäßig kugliger Körper von holziger Substanz finden kann, und die man Knötchen (noduli) nennen könnte. Ihr Centrum besteht aus Mark, rings von einer Holzschicht umgeben, die von den Markstrahlen durchzogen wird, und um die sich jedes Jahr eine neue Holzschicht

ablagert, welche die alte vollkommen umgibt (Fig. 177). Man hat solcher Holzschichten oft 25 gezählt. Diese holzige Masse gelangt durch allseitige Ausdehnung endlich dazu, das Holz des Stammes zu berühren, mit dem sie früher nur durch einen dünnen Faden in Verbindung stand, und verwächst damit, wodurch ein Auswuchs (französisch loupe genannt) entsteht, indem sich nun das Wachsthum des Holzes und des Knötchens vereinigen. Wo statt eines einzigen Knötchen's man viele findet, die zwar noch einzeln zu unterscheiden, aber einander außerordentlich genähert sind, und von außen einen höckrigen Auswuchs bilden, nennt man sie Flaser, oder Maserholz (broussin). Das Knötchen kann mit einem Ast verglichen werden, der, ohne Knospen und Blätter zu entwickeln, fortwuchs, und daher nicht an Länge, wohl aber an Dicke zunehmen konnte, ohne Zweifel auf Unkosten des Nahrungsstoffes, den ihm die Rinde, in der er darin sitzt, völlig zubereitet darbot, und vielleicht auch vermittelst seines geringen Zusammenhanges mit dem Holzkörper des Stammes. Es zeigt in dem einzigen Zwischenknotenstück, auf welches er gleichsam beschränkt ist, sämmtliche Holzschichten, die man an dem untersten Zwischenknotenstück jedes gleichzeitigen Astes finden wird, und entwickelt sich nach allen Richtungen, nur statt der cylindrischen Form die kuglige in der Anordnung der Holzschichten und der Richtung der Markstrahlen annehmend, weil es weder eine Basis noch einen Gipfel besitzt. Zuweilen sproßt an der äußern Seite ein Ast hervor, der in seiner schwachen Entwicklung bald inne hält, doch aber hinreichend die Analogie der Knötchen mit den Adventivknospen beweist.

§. 190. Die vom Stamme abhängigen Nebenaxen, die oft unter der Erde befindlichen und dann mit Adventivwürzelchen bedeckten Aeste können leicht fälschlich für Wurzeln genommen werden (ein Irrthum, der lange Zeit begangen wurde), und andererseits können die von der Erde befreiten Wurzeln, die Adventivknospen treiben und sich mit Blättern bedecken, häufig Theile des oberirdischen Systems, eigentliche Aeste, zu seyn scheinen; — wir haben aber jetzt an all den oben besprochenen äußern Kennzeichen ein Mittel, um mit Sicherheit zu bestimmen, was Stamm und seine Nebenaxen und was Wurzel sey. Der erste charakterisirt sich immer durch Knospen, die in der Achsel regelmäßig gestellter Blätter entspringen. Diese Blätter sind an den unterirdischen Aesten freilich in Größe, Form, Consistenz, und Farbe, mit einem Worte in ihrer ganzen Erscheinung außerordentlich verändert, indem sie meistens nur als Schuppen oder kurze bräunliche Membranen auftreten, allein, selbst wenn sie fast ganz verschwinden, so zeigt doch die regelmäßige Stellung der Knospen, daß man nicht eine Wurzel vor sich habe, und das Gegentheil von allem dem, daß es eine solche sey. Erzeugt eine Pflanze in gewissen Entfernungen oberhalb der Erde neue Stöcke, so kann man hiedurch schnell in's Reine kommen, ob diese von sekundären Wurzeln stammen, die horizontal laufend an's Licht kommen und Adventivknospen entwickeln, oder ob sie das Erzeugniß unterirdischer Aeste sind, die einen gleichen Verlauf nehmen und ihre wirklichen Knospen zur Ausbildung bringen.

Diese Aufgabe wird zuweilen verwickelter durch die Veränderungen

c ɔɔ(ɔ)ɔc ɔɔ(ɔ)ɔc ɔɔ(ɔ)

in Form und Beschaffenheit, die der unterirdische Ast durch das Mittel erfährt, in dem er vegetirt; er verkürzt und verdickt sich zuweilen durch die große Anhäufung stärkmehlhaltiger Zellen. Aber selbst dann kann man mittelst der gegebenen Daten seine wahre Natur erkennen. Wir wollen ein allgemein bekanntes Beispiel, die Kartoffel aufführen (Fig. 178, T). Ihre Oberfläche ist mit kleinen Hervorragungen bedeckt, die man Augen nennt, und die anfänglich in der Achsel kleiner Schuppen sitzen, welche später aber abfallen, und meist eine ziemlich regelmäßige spiralige Stellung haben *). Diese Augen entwickeln sich zu Aesten, wenn der Knollen in günstige Umstände, das ist in die Feuchtigkeit und hinlängliche Wärme gebracht wird. Wir werden daher nach dem Vorhergehenden zu dem Ausspruche bewogen, daß es normale Knospen seyen, und die Kartoffel folglich ein unterirdischer Ast sey. Dieser Schluß, der für den Augenblick sonderbar genug erscheinen mag, wird durch eine alltägliche Erfahrung vollkommen gerechtfertigt. Häufelt man nämlich die Pflanze, das heißt bedeckt man ihren untern Theil mit Erde, wie dieß die Landleute und Gärtner thun, so vermehrt man die Zahl der Knollen, indem die unter die Erde gebrachten Knospen sich in solche verwandeln. In regnerischen Jahren mit wenig Sonnenschein sieht man diese Verwandlung von selbst allmälig an der freien Luft vor sich gehen; die niedrigen achselständigen Aeste verdicken und verkürzen sich, und man findet alle Uebergänge vom Aste zum Knollen. Dem ersten Anschein nach scheinen die Knollen der Dahlia (Georgine) denen der Kartoffel ganz gleich zu seyn, allein sie zeigen weder Schuppen noch Augen, und sind also nur Auftreibungen wirklicher Wurzeln.

§. 191. Wir haben die verschiedenen Arten der Verästlung betrachtet und haben gesehen, daß die relative Stellung der Aeste die der Blätter wiederholt, wenn sich eben so viel achselständige Knospen als Blätter entwickelt haben, daß aber allermeist ihre Stellung abgeändert wird, wenn eine gewisse Zahl von diesen oder die Endknospe fehlschlägt, oder im Gegentheil sie (meist) durch Adventivknospen vermehrt und von ihrer Stelle gerückt werden. Es gibt somit eine große Verschiedenheit in der Anordnung der Knospen, die die Physiognomie der Pflanzen sehr mannigfaltig gestalten muß. Wie natürlich nimmt die unterirdische Verästlung nur einen mittelbaren Einfluß auf die verschiedene äußere Erscheinung der Gewächse. Durch sie wird eine größere oder geringere Zahl Stöcke hervorgebracht, welche dem ersten ähnlich und mit ihm im Zusammenhange sind, die aber von ihm geschieden scheinen und es wirklich oft vollkommen werden, und sie führen weiters dieselben Resultate herbei, die die Keimung einer Anzahl von der ersten Pflanze ausgestreuter Samenkörner hervorbringen würde.

§. 192. Wir wollen nun diese Abtheilung von Gewächsen bei Seite lassen, und uns bloß mit jenen beschäftigen, wo die Aeste ein und derselben Pflanze äußerlich und sichtbar einer aus dem andern

*) Diese spirale Stellung ist bei einigen Spielarten von Kartoffeln so deutlich und regelmäßig, daß sie wie eine Ananas aussehen, und man auf den ersten Anblick ihre wahre Bedeutung erkennt.

entspringen. Der Stamm kann sich durch sich selbst in aufsteigender aufrechter Richtung erhalten. Sobald er eine etwas bedeutendere Größe erreicht hat, unterscheidet man an ihm den eigentlichen Stamm oder Holzstamm (truncus) seinen untern Theil, der blattlos ist, und die Krone oder den Wipfel, seinen obern Theil, der mit Blättern bedeckt ist. Die Blattlosigkeit des Stammes (im eigentlichen Sinne) ist vollkommen und rührt von dem Fehlschlagen aller achselständigen Knospen her, wie wir dieß z. B. bei den Palmen gesehen haben, für deren Stamm mehrere Botaniker den eigenen Namen stipes *) vorgeschlagen haben, oder sie ist nur theilweise, durch die unvollkommene Entwicklung der untern Knospen, oder wohl häufiger durch das früher oder später erfolgende Abfallen der Aeste, die sie hervorbrachten. Es muß übrigens darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Mehrzahl unserer Bäume durch die Hand des Menschen so gezogen wird, indem man bei Zeiten die untern Aeste abschneidet. Oft geschieht auch das Gegentheil, und die Aeste der Krone werden unter den Schnitt genommen, so daß das Ansehen der Bäume völlig verändert wird. Die Eschen unserer (der französischen) Chausséen (bei uns die Pappeln und Erlen) und die Weiden unserer Wiesen und Bachufer geben gute Beispiele dieser beiden einander entgegengesetzten Veränderungen, und es hält wahrhaftig nicht leicht, sie in dieser Verstümmelung wieder zu erkennen. Es versteht sich von selbst, daß wir, so oft wir von der Physiognomie der Pflanzen sprechen, ihren natürlichen Zustand vor Augen haben, und nicht jenen, wo das Beil und das Gartenmesser ihre Rolle gespielt haben.

§. 193. Eine Pflanze scheint zuweilen mehrere Stämme zu haben, weil ihre untern knapp am oder über dem Boden entspringenden Aeste sich eben so stark entwickelt haben, als der Stamm, aus dem sie entspringen, und in derselben Richtung nach aufwärts wachsen; man nennt dann eine solche Pflanze vielstenglig (multicaulis). Die Kunst macht sich diese unmittelbar auf der Fläche des Bodens beginnenden Seitenzweige zu Nutze, da sie mit Adventivwurzeln versehen sind, und trennt sie bei ihrem Erscheinen los, um sie einzeln wieder zu verpflanzen und so mehrere Individuen zu erhalten; man nennt sie dann Wurzelreis, Stammreis, Wurzellode, Schößling (surculus [surgeon, drageon] **). Da jeder Schoß wieder neue hervorbringen kann, ohne sich vom alten Wurzelstocke zu trennen, so kann man sich leicht denken, auf welchen Umkreis eine Pflanze sich so auszudehnen vermag. Es ist sehr glaublich, daß dieß der Ursprung einiger berühmter Stämme ist, z. B. des Kastanienbaums auf dem Aetna, der den Beinamen di cento cavalli (von hundert Pferden) erhalten hat, weil er in seiner Höhlung ***) so viel Pferde beherbergen können soll.

*) Stipes, Strunk ist der Stamm der Pilze, und nicht der der Palmen, für den Einige Caudex, andere Cauloma brauchen, und der deutsch am Besten durch Palmenstamm gegeben wird.

*) Der Name surculus wird bei den deutschen Botanikern dem Moosstengel beigelegt; was unser Verfasser so nennt ist die Stockknospe oder Schoß (turio).

**) Im Original steht cavité, was sich nur mit Höhlung übersetzen läßt,

Durchwandert man aber die benachbarten Gehölze, so bemerkt man, daß es dort Brauch ist, ältere Kastanienbäume knapp am Boden wegzuhauen, wo denn bald an der Basis des stehen gebliebenen Stocks eine Menge kräftiger Triebe hervorbrechen, die sich untereinander verschlingen und verwachsen können (s'entre-greffer), und wovon dann einige, wenn sie endlich zu großen Bäumen heranwachsen, im Verlaufe von Jahrhunderten etwas dem Kastanienbaum von hundert Pferden Aehnliches hervorbringen *). Die Gestalt desselben mit den großen Lücken seines Stammes, durch die man in den großen von ihm umschlossenen Raum gelangt, scheint auf diese Entstehungsweise hinzudeuten. Aehnliche Formen bei Bäumen, die man ihrer außerordentlichen Größe halber anführt, könnten auf denselben Schluß führen, allein man hätte dann, nach dieser Voraussetzung, eigentlich mehr eine Krone, die in der Erde beginnt, als einen wirklichen Stamm.

§. 194. Im Allgemeinen müssen nach der Theorie Dicke und Höhe eines Stammes mit seinem Alter im geraden Verhältnisse stehen und als Grundlage zur Berechnung des Alters aller Bäume dienen, von denen man beiläufig weiß, um wie viel sie sich in einem gegebenen Zeitraume nach allen Dimensionen vergrößern. Man kennt eine Anzahl Bäume von außerordentlicher Größe, deren Ursprung auf mehrere Jahrhunderte, und selbst bis über die Zeit jeder Tradition hinaus zurückgeht. Die Mehrzahl davon sind Dikotyledonen, und hierunter vorzüglich Linden, Sykomoren, Kastanien und Eiben, im Orient Platanen, Feigenbäume und Cedern; unter den Tropen die Affenbrotbäume (Adansonia) und mehrere andere Bäume aus der Familie der Bombaceen; hier kommen aber auch einige Monokotyledonen vor, z. B. der berühmte Drachenbaum (**Dracaena Draco**) von Orotava auf der kanarischen Insel Teneriffa. Ihr Umfang ist natürlich nach der Species und nach dem Individuum verschieden; man führt einige auf, die 30 Metres (etwa 90 Fuß), andere, die nur die Hälfte oder ein Dritttheil davon messen. Doch genug von diesen Pflanzenriesen.

§. 195. Unter den holzigen Gewächsen gewöhnlicher Größe unterscheidet man nach den Gränzen ihres Wachsthums mehrere Abtheilungen, denen man besondere Namen gegeben hat. Einen Baum (arbor) nennt man eine Pflanze, wenn sie die Höhe eines Menschen mehreremale übertrifft, indem man wohl auch noch ein Bäumchen (arbuscula) unterscheidet, wenn die Höhe nicht über 25 Fuß ist;

---

leicht aber zu dem Mißverstande Anlaß geben könnte, als sey es ein hohler Baum, wie z. B. eine hohle Eiche, oder Weide in dem 100 Pferde Platz fänden, während es 5 Stämme sind, die nach Einigen aus einer Wurzel entspringen, nach Andern 5 besondere Bäume seyn sollen, die einen so großen Raum in sich einschließen.

*) Man kann diese Erscheinung täglich in unsern Laubwäldern sehen, wo man die Bäume abtreibt, und die Stöcke oder Baumstumpfen stehen läßt, um den sogenannten Stockausschlag zu erhalten, der mit der Zeit wieder zu ziemlichen Bäumen heranwächst, die aber an Größe und Schönheit des Wuchses den ursprünglichen Baum selten oder nie erreichen.

einen Strauch (frutex), wenn sie ohngefähr 15 Fuß hoch wird, und sich unten verästelt, ein Sträuchlein (fruticulus), wenn sie kleiner ist, und einen Halbstrauch wenn sie die Armslänge nicht übertrifft. Ist ein Halbstrauch niedrig und an seiner Basis sehr verästelt, so heißt er Busch (dumus). Die Beiwörter baumartig (arborescens), strauchartig (fruticosus oder fruticulosus), halbstrauchartig (suffruticosus), buschig (dumetosus) sind von den oben angeführten Hauptwörtern abgeleitet und bedürfen keiner Erklärung.

§. 196 Oefter vermag der Stamm sich nicht allein aufrecht zu erhalten, und muß sich auf andere Gegenstände stützen, oder liegt auf der Erde. Im letztern Falle heißt er liegend (procumbens), im erstern klimmend (scandens). Der klimmende Stamm behält nun bald eine so ziemlich gerade Richtung, wie der Epheu (Hedera) z. B., der allenthalben an den Berührungspunkten kleine wurzelförmige Verlängerungen *) ausschickt, mit denen er sich an die Gegenstände festsetzt, bald windet er sich um seine Stütze und nimmt dann den Namen windend oder gewunden (volubilis) an, wobei er entweder von der Linken zur Rechten eine Spirale beschreibt (dextrorsum), wie der Hopfen, oder umgekehrt von der Rechten zur Linken (sinistrorsum), wie die weiße Zaunwinde (Convolvulus Sepium) oder auch bald so, und bald so hin, oft ganz unregelmäßig und unterbrochen. In den kalten oder gemäßigten Himmelsstrichen sind die meisten kletternden oder klimmenden Stämme krautartig, obwohl auch einige holzig werden, und sogar mitunter eine bedeutende Stärke erreichen, wie z. B. das Geisblatt, (Lonicera), die Waldrebe (Clematis) und der Wein; ihre Aeste nennt man dann sarmentum **). Sie sind die Stellvertreter der Lianen unter den Tropen, von denen wir schon früher (§. 85) Erwähnung thaten. Die Lianen laufen bald in einer Spirale die höchsten Stämme hinan, bald hängen sie wieder in gerader Linie von dieser ganzen Höhe herunter oder von einem Aste bis zu dem andern, und verbinden die Bäume nicht allein so mit einander, daß einer gefällt oder vom Winde geworfen den andern in seinem Falle oft mitreißt oder wohl auch umgekehrt sich an ihm erhält, sondern sie umstricken auch einen einzelnen dergestalt, daß er häufig erstickt, wohl auch von ihnen ausgesogen wird, und wenn er abgestorben ist, nicht einmal umfallen kann, sondern allmälig in Moder und Staub zerfällt, und eine hohle Säule, aus dem Stamme seiner Würger gebildet, zurückläßt. Ihr Lauf, der so mannigfaltig und abwechselnd ist, daß er sich schwer beschreiben läßt, geht oft sehr weit, ohne daß sie Blätter oder Blüten treiben oder sich verästeln, und häufig konnten die Reisenden durchaus die Blätter oder Blüten zu den seltsamen und abenteuerlichen Stengeln, die um sie herum hingen, nicht auffinden.

---

*) Dieß sind Luftwurzeln (radices aëreae), die man Klammern oder Haftwurzeln (rad. adligantes) nennt.

**) Sarmentum nennt man die Schößlinge (Peitschensprosser oder Ausläufer), wie sie z. B. bei der Erdbeere vorkommen. S. oben.

§. 197. Die Verästlung nimmt auch noch auf eine andere Weise als die, von der wir bisher gesprochen haben, auf den Habitus der Gewächse Einfluß. Es ist wohl nicht erst nöthig zu sagen, wie die Richtung, die Festigkeit, die verhältnißmäßige Länge der Aeste und Zweige durch ihre Verschiedenheit auch die Physiognomie der Pflanzen aufs mannigfaltigste abändert. Die Aeste gehen vom Stamme und die Zweige von den Aesten zuweilen unter einem sehr spitzen, zuweilen unter einem rechten, gewöhnlich unter einem etwas kleinern Winkel ab. Im ersten Falle nennt man sie aufrecht (erectus *), im zweiten abstehend (patens **). Sie müssen nothwendigerweise bei dieser Verschiedenheit der Stellung auch verschiedene Kronen bilden, wie z. B. die langgestreckten schmalen der Cypressen und der bei uns häufig angepflanzten italiänischen Pappeln, verglichen mit denen der Eiche und der Ceder. Bei einigen Bäumen, deren Namen man im Deutschen das Wort „Trauer-" oder „Hänge-" vorsetzt (im Französischen heißen sie pleureurs, Weinende), nehmen die Zweige eine der gewöhnlichen ganz entgegengesetzte Richtung, und wenden sich gegen den Boden, entweder weil sie zu lang und schwach sind, und durch ihr eigenes Gewicht herabhängen: hängende Aeste (rami penduli), wie bei der Trauerweide (Salix babylonica) und der Hängebirke; oder indem sie starr und unbiegsam wirklich nach unten wachsen; nach unten gerichtete Aeste (r. retrovorsi), wie bei der mit Unrecht sogenannten Hängeesche (Fraxinus pendula) und bei der trauernden Sophora ***). Zuweilen entspringen ausgebreitete oder selbst etwas nach unten gerichtete Aeste nahe am Boden, ohne daß der Stamm in die Höhe wächst, und breiten sich auf der Erde aus, indem sie ihn wie eine Art Rasen bedecken. Diese Eigenschaft kann man sich zu Nutze machen, um Bäume von ganz eigenem und schönem Aussehen zu Wege zu bringen, indem man eine Species mit dieser Eigenschaft auf eine verwandte mit hohem Stamme pfropft, z. B. die linienblättrige Mispel auf den Weißdorn (Crataegus Oxyacantha). Daraus entsteht dann ein Baum, der auf einem hohen Stamm eine dichte Krone trägt, die sich flach und gleichsam in der Luft kriechend ausbreitet, wie es die Mispelspecies auf der Erde that, und die sehr hübsche und eigenthümliche Form eines Regenschirmes annimmt. Wir wollen hier noch der buchsblättrigen Zwergmispel (Coteneaster buxifolia) erwähnen, die die seltsame Eigenheit hat, an einem Abhange immer diesen von oben herabzusteigen, statt sich nach allen Richtungen auszubreiten.

Auch die verhältnißmäßige Länge der Zweige bringt bedeutende Unterschiede in das Aussehen der Pflanzen. Fahren die untersten

*) Im Original steht rectus, was geradlinig heißt, und auf keinen Fall hier angewandt werden kann.

**) Was unter einem rechten oder fast einem rechten Winkel absteht, nennen die deutschen Botaniker ausgebreitet (patentissimus).

***) Mitunter geschieht es auch, daß die Richtung der Aeste in der Jugend eine andere ist als im Alter, wie bei einigen unserer Nadelbäume, wo sie jung aufrecht, dann abstehend und im hohen Alter oft nach unten gerichtet sind.

zuerst gebildeten fort sich in gleichem Verhältnisse zu verlängern, so werden die obern um so kürzer seyn, je mehr man sich dem Gipfel nähert und das Ganze wird einen Kegel oder eine Pyramide bilden, wovon unsere Tanne ein Beispiel liefert. Uibertreffen die mittelsten die untern, so hat die Krone eine kuglige oder eiförmige Gestalt, wie bei der Roßkastanie, und werden die obersten *) am längsten, so gibt dieß die Form eines Regenschirms, wie bei der italienischen Kiefer oder Pinie (Pinus pinea). Wir führen hier nur die ausgezeichnetsten Formen an, zwischen denen es eine Menge Mittelglieder gibt.

§. 198. Wir wollen kurz zusammengefaßt noch einmal den Inhalt dieses Abschnittes wiederholen. Als eigentlichen Stamm betrachteten wir, was bei den Kotyledonarpflanzen das Erzeugniß der Keimung durch Entwicklung des Knöspchens (gemmula) ist, den Theil also der Hauptaxe, welcher sich immer (?) nach oben strebend entwickelt, im Gegensatz zu dem, der aus dem Würzelchen entstehend in die Erde hinabsteigt. Von dieser Richtung findet eine Abweichung nur (?) durch mechanische Hindernisse, oder durch die Schwäche des Stammes statt, welcher dann seinem eigenen Gewichte folgend darniederliegt **). Bald verlängert sich dieser Stamm in's Unendliche ***) vermittelst endständiger Knospen, die aufeinanderfolgend sich bilden und entwickeln, bald hört diese Verlängerung früher oder später durch das Fehlschlagen einer solchen Knospe auf, und die Pflanze wächst, wenn es überhaupt noch geschieht, durch Seitenknospen fort, also durch Seiten- oder Nebenaxen, die die Stelle der Hauptaxe versehen. Die stellvertretende Axe kann dieselbe senkrechte oder eine schiefe oder selbst eine horizontale Richtung, entweder auf der Oberfläche des Bodens oder unterhalb desselben nehmen; im letztern Falle hat der eigentliche Stamm sehr bald zu wachsen aufgehört, und wurde von einer nahe an seiner Basis gelegenen Seitenknospe ersetzt. Wir haben daher die sogenannten kriechenden oder unterirdischen Stämme als Erscheinungen einer solchen Verästlung betrachtet.

Unter den Dikotyledonen finden wir die größte Zahl wahrer Stämme, die bei den Bäumen die größtmögliche Entwicklung erreichen, und sich gewöhnlich über der Erde stark verästeln, bei den einjährigen Pflanzen aber ihren Wachsthum mit dem Leben des Individuums zugleich beenden. Die ausdauernden Pflanzen liefern uns das Beispiel der Stellvertretung durch seitenständige und parallele Knospen. Diese Stellvertretung beobachten wir bei der Mehrzahl der

---

*) Muß wohl heißen »die untersten,« denn es ist nicht abzusehen, wie sonst diese Form zu Wege kommen sollte. Sie müssen sogar im Verhältniß zu den obern außerordentlich lang seyn, wie dieß auch an dem angeführten Beispiele der Fall ist. Man findet übrigens auch Exemplare unserer gemeinen Kiefer (Pinus sylvestris), die fast dasselbe Aussehen haben, wie die Pinie.

**) Beide mit einem? versehenen Behauptungen können wohl nicht mit absoluter Geltung und so scharf ausgesprochen hingestellt werden.

***) Das heißt, es ist die Möglichkeit zur unendlichen oder unbegränzten Verlängerung gegeben, ohne daß diese jedoch wirklich statt findet, wie sich von selbst versteht.

Monokotyledonen, die meistens ausdauernd sind; bei ihnen finden wir auch die allermeisten Beispiele von Zwiebeln und Wurzelstöcken. Erreicht der Stamm bei ihnen eine bedeutende Entwicklung, so geschieht dieß größtentheils ohne Verästlung. Wir haben hier überall die Akotyledonen, deren Embryo kein Knöspchen zeigt, bei Seite gelassen, indem sich ihr Stamm, wo er vorhanden ist, nicht durch den Akt der Keimung, sondern erst hinterher entwickelt. Bloß bei ihnen kann man eigentliche unterirdische Stämme annehmen, wie bei den krautartigen Farnen und den Marsileaceen. Wenn sich der Stamm in horizontaler oder senkrechter Richtung verzweigt, so geschieht es durch eine doppelte Endknospe, also durch Gabelung.

Blütenstand.

§. 199. Der Stamm oder seine mehr oder weniger vielfältige Verästlung tragen an ihren Enden die Blüten. Jede Blüte kann mit einer Blätterrose oder mit einer Knospe verglichen werden. Ihre Blätter aber weichen von den bisher beschriebenen in Form, Farbe und in einigen Punkten ihres innern Baues bedeutend ab; sie unterscheiden sich weiters auch noch dadurch, daß sie in ihren Achseln niemals neue Knospen hervorbringen; die Blumenknospe ist also eine eigentliche Endknospe, sie ist wirklich der Schluß und Gränzstein jeder Verästlung. Die Anordnung der Blumen auf den Aesten nennt man den **Blütenstand** (inflorescentia), seine Untersuchung muß unmittelbar der über die Verästlung folgen und sie schließen, wie es die Blüte in Wirklichkeit thut. Das Wachsthum eines mit Blättern besetzten Astes müßte eigentlich ins Unendliche fort gehen, wenn nicht der Tod, das Fehlschlagen der Knospen oder zufällig einwirkende äußere Ursachen ihm ein Ziel setzten; der Wachsthum eines Astes aber, der Blüthen tragt, ist auf eine natürliche Weise durch diese Art Endknospen begränzt, die keine neuen hervorbringen.

§. 200. Es entwickelt sich eine einzelne Blume f' bald unmittelbar auf dem Ende des Stammes oder der Hauptaxe (Fig. 179, a'), bald auf dem Ende einer sekundären a'', oder einer tertiären a''', oder einer von irgend einer andern Ordnung a''''. Die darunter stehenden Blätter besitzen ihre gewöhnliche Form und Eigenschaften; zuweilen haben auch sie sich in Form und Farbe geändert, und bringen in ihrer Achsel weder eine Blüten- noch eine Blattknospe hervor. In allen diesen Fällen nennt man die Blüte **einzeln** oder **einzelnstehend** (flos solitarius).

§. 201. Noch häufiger aber entspringen aus der Achsel der so veränderten Blätter Aeste, die mit Blättern besetzt sind, welche ebenfalls in ähnlicher Weise und in höherem Grade umgeändert sind, und an ihrem Ende eine Blüte tragen. Diese Verästlung kann sich öfter oder seltener wiederholen, und man erhält so eine Gruppe mit veränderten Blättern untermengter Blüten, die sich von jedem andern bloß mit Blättern besetzten Theil der Pflanze auffällig unterscheidet. Man nennt dieß auch **Blütenstand** (inflorescentia *).

---

*) Um Mißverständnisse zu vermeiden, unterscheidet man gewöhnlich **Blüten**-

Es hat dieser Ausdruck somit zwei Bedeutungen, in denen wir ihn fernerhin anwenden können; einmal bezeichnet er die Anordnung der Blüten und für's zweite einen Verein (ensemble) Blüten, die nicht durch gewöhnliche und eigentlich so genannte Blätter von einander getrennt sind.

§. 202. Die verschiedenen Theile dieser Blütengruppe nehmen mit einem veränderten Aussehen auch verschiedene Namen an; die modificirten Blätter, die man auch blütenständige Blätter (f. floralia) nennt, heißen Deckblätter (bracteae) [Fig. 183, b, b, b]. Die Aeste, die nichts als Deckblätter und Blumen tragen, Blütenstiele (pedunculi) [a′, a″]. Beim verästelten Blütenstande unterscheidet man noch die letzten Verästlungen derselben, die jede unmittelbar eine Blüte tragen, unter dem Namen Blütenstielchen (pedicelli) [a‴ a‴]. Oft tragen die letzten Deckblätter keine Aeste mehr in ihren Achseln, oder man findet auch Blütenstielchen, die unterhalb der Blüte mit mehreren kleinen Deckblättern besetzt sind, und nennt diese dann Deckblättchen (bracteoli). Da sie offenbar alle Eigenschaften der andern besitzen und man in einigen Fällen auch in ihren Achseln Blüten sich entwickeln sieht, so daß das Blütenstielchen eigentlich dann diesen Namen nicht mehr verdient, so sollte man diese Benennung eigentlich dem letzten Zwischenknotenstück des Blütenstieles vorbehalten, wo dann das Blütenstielchen nicht allein durch seine Beendigung vermittelst einer Blüte, sondern auch durch die Abwesenheit aller Deckblätter charakterisirt wäre.

§. 203. Wenn wir einen Blütenstand zu beschreiben haben, so müssen wir vorerst sein Verhältniß zu der übrigen Pflanze und zu den eigentlichen Blättern in Betracht ziehen. Er wird entweder aus einer Blattachsel entspringen, oder einen Ast beenden, also achselständig oder endständig seyn, höher oder tiefer an der Pflanze sitzen, sich von ihrem beblätterten Theile mehr oder weniger entfernen, &c. &c. Wir müssen ihn dann weiter ohne Rücksicht auf die ganze Pflanze in Bezug auf die Verhältnisse seiner Theile unter einander untersuchen. Indem wir ihn so als ein abgesondertes Ganze betrachten, werden wir den gemeinschaftlichen Blütenstiel, aus dem die andern Blütenstiele oder die Blütenstielchen entspringen und den viele Botaniker Spindel (rachis) nennen, als Hauptaxe annehmen, und die aus ihm entspringenden als sekundäre, tertiäre u. s. w. Axen, je nach der Ordnung, der sie angehören. Der größte Theil der Modifikationen, die wir bei den blättertragenden Aesten fanden, tritt auch hier wieder auf, nur mit dem nie zu übersehenden Unterschiede, daß bei den erstern die Axe sich unbegränzt durch Endknospen fortsetzt, und nur durch ihre Unterdrückung zu wachsen aufhört, während bei

---

stand im eigentlichen Sinne (inflorescentia), womit man das Verhältniß der mit Blüten versehenen Axe zur ganzen Pflanze oder zu einer blütenlosen, aus der sie hervorgeht, bezeichnet, und Blütenstellung (anthotaxis), die Art und Weise, wie die Blüten an der blütentragenden Axe vertheilt sind; der Blütenstand entspricht der ersten Bedeutung dieser Benennung unseres Autors, und die Blütenstellung der zweiten.

diesen ganz im Gegentheil die endständige Blütenknospe dem Wachsthum eine Gränze setzt. Wo sie nicht erscheint, gehört er eigentlich wieder ganz unter die erstern.

§. 204. Die Hauptaxe des Blütenstandes kann also: 1) von einer Blüte geschlossen seyn; in diesem Falle wächst er in dieser Richtung nicht weiter, sondern dehnt sich nur durch die sekundären Axen aus, die wieder ihrerseits von einer Endknospe geschlossen, sich in den tertiären Axen ausbreiten, und so fort, — oder er kann 2) an seiner Hauptaxe keine Blüte tragen, und also nicht an ihr, wohl aber an seinen sekundären und tertiären Axen durch Blütenknospen geschlossen seyn.

Es gibt deßhalb zwei große Klassen von Blütenständen, die begränzten oder geschlossenen (infl. definitae) und die unbegränzten oder offenen (infl. indefinitae), die ersten eine Blüte auf ihrer Hauptaxe, die andern sie nur auf ihren Nebenaxen tragend. Die erstern führen auch den Namen centrifugale, die zweiten centripetale Blütenstände, worüber später in §. 218 u. ff.

Wir haben hier dieselben zwei Hauptmodifikationen, die wir schon bei der Verästlung des Stammes fanden, und wir werden dieselben Aehnlichkeiten bei den sekundären Verästlungen antreffen, welche eben so davon abhängen werden, wie oft die Verästlung der Axe sich wiederholt, bevor sie sich schließt, wie groß die verhältnißmäßige Länge der Axen von verschiedenen Ordnungen sey, wie das regelmäßige Fehlschlagen einer gewissen Zahl von ihnen eintrete u. s. w. Alle diese Beobachtungen, die man besonders Herrn Roeper verdankt, haben in die früher ziemlich verworrene und schwankende Bestimmung der Blütenstände etwas mehr Sicherheit und Strenge gebracht. Es mußten bei allem Bestreben, die alt gebräuchlichen Worte beizubehalten und ihnen wo möglich ihre erste Bedeutung zu lassen, doch manche umgeändert werden, um ihre Bedeutung bezeichnender und schärfer zu machen. Wir wollen nun beide Klassen des Blütenstandes untersuchen und die dabei vorkommenden Ausdrücke erklären.

Unbegränzte Blütenstände.

§. 205. Wir haben hier eine ungeschlossene verlängerte Hauptaxe ohne endständige Blüte. — Die Neben- oder sekundären Axen können jede mit einer Blüte enden, und dann ist mit ihnen auch der Blütenstand geschlossen. Sind sie dann alle so ziemlich von derselben Länge, so ist dieß, was man eine Traube (racemus) (Fig. 180) nennt.

Ein andermal enden alle sekundären Axen, oder wenigstens einige von ihnen, gemeiniglich die untern, nicht mit einer Blüte, sondern verästeln sich in tertiäre Axen, die sich noch weiter theilen können *). Die so zusammengesetzte Traube erhält den Namen Rispe (panicula) (Fig. 181 **). Ihre gewöhnliche Form ist die einer

*) Und also wieder Trauben oder Aehren darstellen.

**) Kürzer definirt ist die Rispe eine Traube mit sehr ästigen Nebenaxen.

Pyramide, indem ihre unteren Blütenstiele (Nebenaxen) länger sind und je weiter hinauf desto kürzer werden. Zuweilen sind aber die mittlern Nebenaxen länger als die obern und untern, und dann heißt eine solche Rispe »Strauß« (thyrsus) [oder straußförmige Rispe (panic. thyrsoides.)]

§. 206. Findet man — statt beiläufig gleichlanger, oder von unten nach oben nur unmerklich abnehmender Blütenstiele — die untern viel länger, als die obern, und werden sie alle erst blühbar, wenn sie auf ziemlich gleiche Höhe gekommen, ohngefähr eine Fläche oder einen Schirm mit ungleichen Strahlen bilden, so nennt man dieß eine einfache Doldentraube (corymbus simplex) (Fig. 182, 1); wenn die sekundären Axen unmittelbar die Blüte tragen; eine zusammengesetzte oder ästige Doldentraube (cor. composita s. racemosa) (Fig. 182, 2), wenn die Nebenaxen sich noch ein oder mehreremale verästeln.

§. 207. Stellen wir uns die sekundären Axen außerordentlich verkürzt vor, so daß die Blüten, die bei der Traube um die ganze Länge der sekundären Axen von der Hauptaxe entfernt waren, nun fast unmittelbar seitlich an ihr aufsitzen, oder mit einem Worte als sitzend (sessilis) erscheinen, so haben wir eine Aehre (spica) (Fig. 183). Man nennt eine Aehre zusammengesetzt (sp. composita), wenn die Hauptaxe Nebenaxen trägt, welche verlängert und nicht geschlossen (mit einer Blüte beendet) sind, aber seitlich stehende, sitzende Blüten tragen, oder mit einem Worte, wieder Aehren sind.

Die Aehre zeigt gewisse eigenthümliche Verschiedenheiten, mit denen sie bei einigen Pflanzenfamilien auftritt, und welche man mit eigenen Namen bezeichnet. So nennt man Kätzchen (amentum) eine einfache Aehre, deren Hauptaxe oder Spindel zuletzt mit allen Blüten abfällt, und die aus Blüten einerlei, gemeiniglich männlichen Geschlechtes zusammengesetzt ist *). (Fig. 184); Kolben (spadix) (Fig. 185) ist eine Aehrenart bei den Monokotyledonen, die an ihrer Basis ein großes Deckblatt, das man Blütenscheide (spatha) nennt, oder auch einige solche trägt und davon umgeben ist, und deren sehr genäherte Blüten oft in die dicke und fleischige einfache oder auch ästige Axe gleichsam eingesenkt sind. Den einfachen Kolben (sp. simplex) trifft man bei dem Aaronswurz (Arum), dem Kalmus (Acorus Calamus) ꝛc., den ästigen (sp. ramosa) bei den Palmen, wo er im Französischen den Namen régime führt, für den wir im Deutschen keinen entsprechenden besitzen.

§. 208. Stellen wir uns nun das Gegentheil der im vorigen §. auseinandergesetzten Anordnung vor, nämlich, daß der Theil der

---

*) Gewöhnlich hat das Kätzchen auch deutlich entwickelte Deckblättchen, unter denen die meist unscheinbaren Blütchen sitzen. Beispiele liefern die meisten unserer Bäume, Weide, Erle, Buche, Birke, Pappel, Eiche ꝛc. Werden die Deckblätter, in deren Achseln die Fruchtblüten sitzen, zugleich mit dem Reifwerden dieser ledrig, holzig oder fleischig, so nennt man diese Abänderung des Kätzchen's Zapfen (strobilus), den man an unsern Nadelbäumen z. B. findet.

Hauptaxe, von dem die Nebenaxen abgehen, sich sehr verkürzt, oder eigentlich nicht verlängert hat (Fig. 187,), so a′ daß sie fast verschwunden ist, während die Nebenaxen, a″, die den Namen Strahlen (radii) annehmen, sich bedeutend entwickelt haben. Sie erreichen dann gewöhnlich, von einem Punkte ausgehend, eine gleiche Höhe; und wenn jede in einer Blüte endet, so stehen diese mit einander so ziemlich in einer Ebene und bilden zusammen die Gestalt eines Regen- oder Sonnenschirmes, und dieß heißt eine Dolde (umbella [Fig. 186, o′ o′ o′ o′]). Sie ist somit eine Traube, deren Axe fast Null geworden ist, und bei der durch diese Verkürzung das Verhältniß der Blütenstiele zu einander so verändert wurde, daß die obern in der Dolde zu den äußern, die untern zu den innern geworden sind *). Man nennt die Dolde gestielt (stipitata), wenn die Hauptaxe eine gewisse Länge erreicht, ehe sie sich in die sekundären Axen zertheilt; sitzend, wenn dieß nicht der Fall ist, und dieser untere Theil mangelt. Die Nebenaxen können statt mit einer Blume zu enden, abermals in derseben Art verästelt seyn (Fig. 187), wodurch sekundäre Dolden oder Döldchen (umbellula) entstehen o″, welche dann zusammen wieder eine zusammengesetzte Dolde (umb. composita) bilden, die sich zur einfachen verhält, wie die Rispe zur Traube.

§. 208. b. Wenn aus einer verschwindend kurzen Hauptaxe mehrere schwache Blütenstiele entspringen, und statt auseinandergehend sich zu erheben und ihre Blüten in Form eines Regenschirmes auszubreiten, sich einander nähern und aneinander pressen, und wo die Blütenstiele lang genug sind — nach einer Seite wenden, so thut man gut diese Form der Dolde unter dem Namen eines Büschels (fasciculus) zu unterscheiden **) (Fig. 202, f).

---

*) Diese Ansicht über die Stellung der Blütenstielchen der aus der Traube (besser wohl aus der Doldentraube) abgeleiteten Dolde widerspricht aller Erfahrung und allen irgendwo aufgestellten Ansichten so geradezu, daß es schwer zu begreifen ist, wie der Verfasser auf diese Erklärung verfallen konnte. Um allen Verdacht einer falschen Uibersetzung zu beseitigen, wollen wir die Stelle des Originals selbst hersetzen. Sie lautet: Celle-ci (nämlich die am Schluß des vorhergehenden Satzes genannte umbella) est donc une grappe à axe primaire presque nul, dans laquelle, par l' effet de ce racourcissement, le rapport des pédoncules les uns par rapport aux autres se trouve changé, les supérieurs devenant extérieurs, les inférieurs devenant intérieurs dans l'ombelle. Man sieht, ein Druckfehler kann hier nicht im Spiele seyn. — Es ist wohl erst nicht nöthig zu sagen, was von selbst einleuchtet, daß es sich gerade umgekehrt verhält, und daß die untern Nebenaxen der Traube zu den äußern, die obern aber zu den innern Strahlen der Dolde geworden sind

**) Hier haben wir nun wieder eine neue Bedeutung des Ausdrucks »Büschel.« Bischoff, Endlicher und Unger nennen so eine Trugdolde (Cyma) mit sehr verkürzter oder verschwindender Axe, die einer Dolde oder einem Köpfchen ähnlich sieht, aber durch eine centrifugale Entfaltung der Blüten sich gänzlich unterscheidet, und daher von den Letztern auch unter die begränzten Blütenstände gesetzt wird. Lindley sagt, eine Doldentraube (corymbus) mit centrifugaler Entfaltung sei ein Büschel, und führt wie Bischoff Dianthus Carthusianorum als Beispiel an,

Diese Büschel sind gewöhnlich sitzend in der Achsel der Blätter oder Deckblätter.

§. 209. Endlich kann sowohl die Hauptaxe, als die von ihr ausgehenden Nebenaxen verkürzt seyn, und dann sitzen nothwendiger Weise sämmtliche Blüten in einer Art Scheibe oder Kugel beisammen, und die äußern sind diejenigen, die bei verlängerter Axe die untern, die innern aber, die die obern wären. Diese Stellung nennt man Kopf oder Köpfchen (capitulum). Das Köpfchen kann wie die Dolde sitzend oder gestielt seyn.

Man hat einer besondern Modifikation des Köpfchens, welche von einer gewissen Umstaltung des Gipfels der blütentragenden Axe abhängt, den Namen Körbchen oder Blütenkörbchen (calathidium, calathis, auch anthodium, cephalanthium) gegeben, welcher Linné's flos compositus, zusammengesetzter Blüte, entspricht. Der Gipfel der Hauptaxe hat sich nämlich verdickt und erweitert, so daß er der Anheftung der Blüten eine große ebene, vertiefte (concave) oder gewölbte (convexe) Fläche darbietet. Beispiele liefern uns eine Menge so genannter zusammengesetzter Blumen, die nichts anderes sind, als eine Anhäufung kleiner auf einen Haufen vereinigter Blüten, die auf den ersten Anblick das Ansehen einer einzigen großen Blume gewähren, wie z. B. die Wegwarte oder Cichorie, oder die Schwarzwurzel (Scorzonera) (Fig. 189, 1), die gemeine Distel, oder die Sonnenblume. Jeder Leser wird sich erinnern, daß der Stängel der letztern sich oben in eine große runde, flache Scheibe erweitert, die mit lauter kleinen gelben Blümchen besetzt ist. Diese blütentragende Scheibe (Fig. 189, 2 r) hat verschiedene Namen erhalten; zuerst bei Linné hieß sie receptaculum (commune), bei den neuern Botanikern clinanthium, anthoclinium, phoranthium, wofür die deutschen Namen Fruchtboden (am gebräuchlichsten) und Blütenlager *).

Wir haben oben erwähnt, daß sie zuweilen concav (ausgehöhlt, vertieft) ist. Diese Concavität ist gewöhnlich nur flach, mitunter aber wird sie zu einer tiefen Aushöhlung, wie eine Schale oder gar wie eine Urne, und endlich können sich die Ränder einander nähern, und so eine vollkommen geschlossene Höhlung bilden. Dieß ist bei der Feige der Fall (Fig. 190) und deßhalb meinen Ununterrichtete, die Feigenbäume blühen nicht, weil sie die kleinen Blüten, die an der innern Wand des geschlossenen und birnförmigen Fruchtbodens sitzen, nicht sehen. Eben so halten auch die Meisten den Fruchtboden für die

---

erwähnt aber nichts von der Beschaffenheit der Hauptaxe, deren Verkürzung ihm zur Bildung eines Büschels also nicht nöthig scheint. Unser Verfasser endlich sieht ihn für eine Doldenart an, die sich nach seiner Beschreibung eigentlich durch nichts Wesentliches unterscheidet, setzt ihn aber damit, von der Entfaltung nichts erwähnend, geradezu unter die unbegränzten Blütenstände. Als Beispiel führt er Xylophylla longifolia an.

*) Da es doch nichts anders als die umgestaltete Hauptaxe oder Spindel (rachis) ist, so könnte wohl der letzte Name dafür genügen, und die andern aus dem ohnehin voluminösen Lexikon botanischer Termini ausgestrichen werden.

Frucht, während dieß die gelblichen kleinen Körnchen in der Feige sind. Bei den andern Pflanzen dieser Familie findet man alle Uibergänge von der geschlossenen Höhlung der Feige bis zu dem offenen wenig vertieften Fruchtboden der Dorstenien (Fig. 191), auf der die Blütchen offen da sitzen. Man nennt diese Art von Fruchtboden Blütenkuchen (coenanthium).

§. 210. Die Vergleichung aller bisher aufgeführten Blütenstände hat gezeigt, daß sie sich, wie wir schon früher andeuteten, nur durch das Fehlschlagen gewisser Axen und durch die relative Länge derselben unterscheiden. Dieß ist so wahr, daß man von jedem Blütenstande eine deutliche Definition geben kann, die nichts ist, als ein Vergleich mit irgend einem andern. So kann man sagen, daß die Traube eine Aehre mit gestielten Blumen und die Aehre eine Traube mit sitzenden Blumen ist; das Blütenköpfchen kann man als eine Traube beschreiben, deren Axen verschwunden oder als eine Aehre, deren Spindel zu Null geworden, oder als eine Dolde, der die Strahlen fehlen; die Dolde kann man ein Köpfchen mit Stielen nennen u. s. w.

Bei allen diesen Blütenständen können die sekundären Axen entweder gegenständig oder abwechselnd seyn. Ihre gegenseitige Stellung sollte immer dieselbe seyn, wie bei den Blättern, da sie aus der Achsel von Blättern entspringen, die nur in der Form etwas abgeändert sind, und es ist dieß wirklich auch häufig, aber nicht immer der Fall. Wir haben aber im §. 167 gesagt, daß es bei Pflanzen mit gegenständigen Blättern nichts seltenes ist, wirkliche Blätter an den Enden der Aeste abwechselnd werden zu sehen. Man wird also nicht überrascht seyn, die Deckblätter, die immer am Ende der Aeste stehen, abwechselnd zu finden, wenn auch die Blätter gegenständig sind.

Begränzte Blütenstände.

§. 211. Die begränzten Blütenstände zeigen sich am häufigsten und am regelmäßigsten bei den Pflanzen mit gegenständigen Blättern. Wir wollen ihre Untersuchung mit einer solchen Pflanze beginnen, z. B. mit einer Gentianee, dem kleinen Tausendguldenkraut (Erythraea centaurium) (Fig. 192).

Die Hauptaxe a′ endet, höher oder tiefer, mit einer Blume f′ *). Unmittelbar daselbst, oder ein wenig unterhalb trägt sie ein Blütenpaar, aus dessen Achseln jederseits eine sekundäre Axe a″ a″ entspringt, die gleichfalls eine Blume f″ f″ und jederseits ein Blatt trägt; aus der Achsel jedes dieser Blätter entspringt wieder eine

---

*) Der Theil der Hauptaxe, der oberhalb des Ursprunges zweier Nebenaxen liegt, scheint aus dem Winkel zu entspringen, den sie mit einander machen. Nun wandte man aber sonst den Namen Achsel (axilla vel ala), den wir für den Winkel zwischen einem Aste und dem daraus entspringenden Blatte beschränkten, für jeden durch eine Gabelung entstandenen Winkel an. Daher stammt die Benennung Achselblüten, die man bei manchen Schriftstellern findet, um eine oder mehrere Blüten zu bezeichnen, die eine Hauptaxe über der von 2 Nebenaxen gebildeten Gabel schließen.

tertiäre Axe, die sich eben so endet. Diese Verästlung, die man Dichotomie (Gabelspaltung, dichotomia) nennt, wiederholt sich auf diese Art öfter oder seltener, und jedesmal wird dadurch die Zahl der Axen und also auch der Blumen verdoppelt. Wenn statt zwei Blättern deren drei in einem Wirtel unterhalb einer centralen Blume stehen, und aus der Achsel eines jeden eine sekundäre Axe entspringt, die sich ihrerseits wieder in drei spaltet, so nennt man dieß Trichotomie oder Dreitheilung (trichotomia).

Wir haben diese Arten von Verästlungen nicht früher beschrieben, weil sie sich bei den Blüten zeigen, und also mit dem Blütenstande im Zusammenhang stehen. Indessen können die Axen, ohne in Blüten zu enden (die dann vorher fehlgeschlagen sind), sich auf gleiche Weise verästeln, und man hat dann eine Reihenfolge von zweitheiligen, sehr selten von dreitheiligen Gabelungen mit Blättern, aber ohne Blüten. In den Fällen, wo beide mit einander vorkommen, entsteht eine Aufeinanderfolge einzelner endständiger Blüten. Aendern sich aber die Blätter zu Deckblättern um, so bildet dieß einen Blütenstand, den man mit dem Beiworte zwei- oder dreigablig, di- oder trichotom bezeichnet. Die neuesten Schriftsteller haben ihm den Namen Trugdolde (Cyma), der früher von mehreren in einem viel beschränktern Sinne gebraucht wurde, gegeben. In dieser Trugdolde können die Blumen enger oder weiter von einander stehen, je nachdem entweder sämmtliche auf einander folgende Axen viel über den zwischen ihnen befindlichen blütentragenden Gipfel hinausragen, und dem Ganzen das Ansehen einer umgekehrten Rispe verleihen, oder immer kürzer und kürzer werden, so daß sie ihn kaum überragen, und alle Blüten, wie bei einer Doldentraube, so ziemlich in einer Höhe stehen.

Sehr häufig erfolgt die Gabelspaltung oder Dichotomie nicht regelmäßig von unten bis oben am Blütenstande; in einer gewissen Höhe aber entspringen an der einen Axe unterhalb ihrer Endblüte wie gewöhnlich zwei Axen mit ihren zwei Deckblättern, während die andere ihr entgegengesetzte ihre Blüte ohne Deckblatt trägt, oder wenigstens in der Deckblattachsel sich nichts entwickelt, und die Verästlung so auf der einen Seite aufhört, während sie auf der andern weiter geht *).

§. 212. Dieses seitliche Aufhören der Verästlung, welches häufig gegen den Gipfel des Blütenstandes zu erscheint, fängt auch zuweilen schon an der Basis an, und man sieht bei jedem Knoten eine der Axen fehlen, die sich hätte entwickeln sollen. Dieß gibt dann das Aussehen einer Traube oder einer Aehre; aber statt einer einzigen Axe, die ohne Endblüte eine Reihe blütentragender Nebenaxen trägt, wie das beim unbegränzten Blütenstande Statt findet, ist hier eine Reihe Axen von verschiedenen Ordnungen, die aus einander entspringen und jede eine Endblüte tragen. Diese Entstehung der falschen Traube verräth sich dadurch, daß ihre Spindel oder Hauptaxe, statt grade zu seyn, eine Reihe von Beugungen oder Winkeln macht, in denen

---

*) Dieser Blütenstand heißt bei Endlicher und Unger skorpionschwänzige Trugdolde (cyma scorpioides).

gewöhnlich die Blumen auf einer Seite nach innen gewendet sind; dieß hängt damit zusammen, daß das Fehlschlagen gewöhnlich die Axen einer einzigen Seite, nämlich der äußern trifft.

§. 213. Dieselbe Stellung der Blüten und der sie tragenden Axen kann man auch ohne Fehlschlagen finden, wenn die Blätter abwechselnd, statt gegenständig sind. Die Hauptaxe zeigt ein einziges Deckblatt nach außen und endet dann in eine Blüte. Aus der Achsel dieses Deckblattes entspringt eine sekundäre Axe, die eben so endet und mit einem Deckblatte versehen ist, aus dessen Achsel eine tertiäre Axe hervorsproßt. Aus dieser kömmt auf dieselbe Weise eine vierte, aus dieser eine fünfte und so immer weiter; es entsteht solchergestalt eine Aufeinanderfolge von Axen, die aus einander entspringen, und deren jede unmittelbar in eine Blüte endet, und das Resultat dieser Anordnung ist, wie im vorigen Falle, eine falsche Traube oder Aehre. Diese Stellung gleicht ganz derjenigen, die wir bei den klimmenden Stämmen (§. 183) und bei einigen andern (§. 185) beschrieben haben, wo jedes Internodium oder Zwischenknotenstück scheinbar sich durch ein anderes Zwischenknotenstück fortsetzt, welches der Achsel des Endblattes vom vorigen entsprungen ist. Der einzige Unterschied ist, daß hier jede Axe mit einer Blüte, statt mit einer Ranke oder einer Blätterrose, endet. Es ist übrigens in allen Fällen leicht, diesen Blütenstand von der wahren Traube oder Aehre zu unterscheiden, indem die Deckblätter den Blüten gegenüber stehen, statt sich unmittelbar unter denselben zu befinden *).

Die Blumen können in Bezug auf die Axe zwei verschiedene Arten von Stellung einnehmen, die von der Ordnung abhängen, in der sich die Deckblätter entwickeln. Wir müssen uns hiebei ins Gedächtniß zurückrufen, daß die abwechselnden Blätter in einer Spirale stehen, daß diese Spiralen auf zwei Axen a und b, die aus einander entspringen, sich entweder in ein und derselben oder in zwei entgegengesetzen Richtungen winden, und daß das erste Blatt von b sich immer über das von a stellt, welches b in seiner Achsel trägt (§. 162). Wir wollen uns nun nach a und b noch eine Reihe von Axen, c, d, e, u. s. w. vorstellen, welche eine aus der andern entstehen. Obschon nun jede auf ein einziges Blatt oder Deckblatt beschränkt ist, so ist doch die Stellung des Blattes von b durch die des Blattes von a, die des Blattes von c durch die des Blattes von b und s. f. bestimmt, und es genügen zwei von einander in ihrer Stellung bedingte Blätter, um die Richtung der Spirale von Rechts nach Links oder umgekehrt zu bestimmen. Sie ist nun in dieser Aufeinanderfolge von Axen entweder homodrom oder heterodrom. Im ersten Falle, wenn die Spirale a von Links nach Rechts geht, wird sich das Blatt von b rechts von dem Blatte von a stellen, das von c rechts von b, das von d rechts von c u. s. w. und man wird eine Reihe Deck-

---

*) Dieser Blütenstand führt auch den Namen Wickel (cincinnus). Sind die Axen homodrom, so heißt der Wickel schrauben- oder schneckenförmig (cinc. helicoides), sind sie heterodrom, so heißt er skorpionschwänzig (cinc. scorpioides). S. weiter unten im Text.

blättern erhalten, die eine Spirale von Links nach Rechts beschreiben. Im zweiten Falle hingegen wird sich das Blatt von b links neben das von a, das Blatt von c rechts neben das von b, das Blatt von d links von dem von c, und das von e wieder rechts neben das von d u. s. f. stellen, und es wird eine Reihe von Deckblättern sich herstellen, die abwechselnd links und rechts stehen, so daß eine durch sie gezogene und sie verbindende Linie im Zickzack laufen würde. Daher haben wir zwei sehr verschiedene Stellungen in den falschen Trauben oder Aehren, mit denen wir uns hier beschäftigen. Findet die erste Stellung bei ihnen statt, so ähneln sie ächten Trauben, mit denen man sie bisher auch häufig verwechselte, bei Weitem mehr, denn ihre Blüten sind rund um eine scheinbar ununterbrochene und aus einem Stück bestehende Axe gestellt. Diesen Blütenstand haben die H. H. Bravais die schneckenförmige Trugdolde (cyma helicoides, cime heliçoide) genannt (Fig. 195). Die zweite Stellung, die man wegen ihrer einseitig stehenden Blüten leicht unterschieden hat, wird die skorpionschwänzige Traube, Aehre oder besser Trugdolde (cyma scorpioides) genannt (Fig. 106). Diese Benennung stammt daher, weil sich das Ende wie ein Skorpionschweif (ähnlich einem Bischofsstab oder einer Schneckenlinie) einrollt. Die Erklärung für dieses Einrollen liegt auf der Hand (Fig. 197). Die Axe b macht nach Außen mit a einen gewissen Winkel, c beiläufig denselben mit b, d ebenso mit c u. s. f., wodurch eine vielfach gebrochene Linie entsteht, die im Allgemeinen eine krumme Linie beschreibt, welche nach einem halben Kreis wieder sich selber gegenüber steht (mit einem Wort eine Schneckenlinie, wie die einer Uhrfeder). Die einzelnen Axen entwickeln sich um so später, und sind daher auch um so kürzer, je weiter sie vom Ausgangspunkt dieser krummen Linie stehen, die somit nichts anderes ist, als eine Spirale. Das schwächere oder stärkere, allmäligere oder plötzlichere Einrollen hängt von dem spitzern oder stumpfern Winkel ab, unter dem die Axen eine aus der andern entspringen, und die mehr oder minder deutliche Anordnung der Blüten in zwei Reihen von der größern oder geringern Entfernung zweier auf einander folgender Deckblätter von einander. All diese Erscheinungen (caractères) kann man an einer großen Zahl Pflanzen studiren; so bei den Rautenarten (Ruta) bei den Mauerpfefferarten (Sedum), deren Blütenstand für Linné und viele seiner Nachfolger das Vorbild der Trugdolde war, und vor allen bei Borragineen, die diesen Blütenstand in vielen Modifikationen zeigen.

§. 214. Bei allen bisher untersuchten begränzten Blütenständen, und besonders bei den ersten, kann es geschehen, daß als Folge einer außerordentlichen Verkürzung der Axen die Blüten sich einander sehr nähern und zusammengehäuft stehen, wie man es z. B. bei den Nelken (oeillets) sieht. Herr Roeper nennt diesen Blütenstand Büschel (fasciculus *) wenn die Axen eine gewisse Länge und regel-

---

*) Endlicher und Unger definiren das Büschel als Wickel und Trugdolden mit sehr verkürzten, oder ganz verschwindenden Axengliedern,

mäßige Stellung beibehalten; Knäulchen (glomerulus), wenn die Axen fast verschwunden sind, und häufiges Fehlschlagen jede Regelmäßigkeit gestört hat. Wir haben dem ersten Ausdruck in §. 208. b. eine andere Bedeutung beigelegt und halten mit Decandolle den Ausdruck zusammengezogene Trugdolde (c. contracta) hinreichend für beide.

§. 215. Decandolle hat unter den Namen gemischte Blütenstände (infl. mixta) mehrere beschrieben, die sich zugleich an die begränzten und an die unbegränzten anschließen, indem ihre verschiedenen Axen sich nicht auf gleiche Weise verhalten. Bei den Lippenblütlern (labiatae) z. B. bilden die Blüten Trugdolden, die in der Achsel gegenständiger Blätter auf einer gemeinschaftlichen unbegränzten Axe stehen; bleiben die Blätter völlig unverändert so hat die Sache keine Schwierigkeit, und man beschreibt den Blütenstand als achselständige Trugdolden; haben sie sich aber in Deckblätter umgewandelt und stehen alle diese Trugdolden in einem einzigen Blütenstande beisammen, so fragt sich's, wie wird man diesen Blütenstand beschreiben? Die Antwort scheint uns ganz einfach und leicht, — als in Aehren, Trauben oder Rispen gestellte Trugdolden, womit man die Combination dieser beiden Blütenstände deutlich wiedergegeben haben wird.

§. 216. Ein andermal ist es aber weder die Hauptaxe, noch die nächsten Nebenaxen, auf denen die Blüten sitzen; der Blütenstand zeigt unten weder eine Dichotomie (Gabelspaltung), noch eine Aufeinanderfolge verschiedener Axen, mit einem Wort, er erscheint nicht als begränzt, was er doch an seinen Enden oben wird, indem seine letzten Verästlungen regelmäßige Gabelspaltungen oder einseitige Trugdolden sind. Dieser Fall kann, wie leicht zu vermuthen, nur bei Blütenstanden mit starker Verästlung vorkommen, bei der Rispe (Fig. 198) und der Doldentraube.

Nichts desto weniger kann man etwas Aehnliches bei den einfachsten Blütenständen, der Traube und der Aehre finden, wenn ihre Hauptaxe in eine Blüte endet, wie z. B. bei den meisten Glockenblumen (Campanula) (Fig. 199). Soll man nun zur Bezeichnung dieser Modifikationen neue Worte erfinden, oder die Bedeutung alter umändern? Wir halten es für viel einfacher und verständlicher, bekannte Ausdrücke anzuwenden, und mit Beiwörtern die Veränderung auszudrücken, die der bezeichnete Gegenstand erlitten hat. So kann man denn sagen: rispenförmige oder doldentraubenförmige Trugdolden, oder Rispen und Doldentrauben in Trugdolden geendet, oder am besten und kürzesten, begränzte Rispen-Doldentrauben oder Trauben. Uebergänge können in der Regel nicht mit einem Worte ausgedrückt werden, indem sie zweier vergleichender Ausdrücke bedürfen *).

---

das der Dolde oder dem Köpfchen ähnlich sieht, aber durch die centrifugale Entfaltung der Blüten verschieden ist.

*) Endlicher und Unger führen als gemischte Blütenstände, d. h. als

§. 217. Abgesehen von der Nomenclatur müssen wir bemerken, daß diese gemischten Blütenstände sehr häufig vorkommen, und daß die begränzten, die man anfangs für viel seltener als die unbegränzten hielt, sich durch genauere und schärfere Beobachtung täglich mehren.

Selbst in dem Fall, wo die letzten Blütenstielchen allein sich in eine einzelne Blüte ohne weitere Gabeltheilung enden, und wo man es also durchaus mit einem unbegränzten Blütenstand zu thun zu haben meint, wird man oft durch Gegenwart kleiner Deckblättchen (bracteoli) auf den letzten Blütenstielen vom Gegentheil belehrt. Häufig findet man ein wenig unterhalb der Blume deren zwei einander gegenüber stehen, und man erkennt in dieser Stellung leicht eine kleine dreiblütige Trugdolde, deren beide Seitenaxen fehlgeschlagen sind. Ein andermal stehen die Deckblättchen abwechselnd, und man wird, nachdem wir die begränzten Aehren und Trauben kennen gelernt, nicht anstehen eine solche hier zu erkennen, indem der Blütenstiel mit einer vollkommen entwickelten Blüte endet, und weiter unten mit Deckblättern versehen ist, in deren Achsel sich Blüten hätten entwickeln können, wenn sie auch in Wirklichkeit fehlgeschlagen sind. Aus dieser Ursache mußte der Name Blütenstielchen für das letzte Zwischenknotenstück dieses Blütenstiel's verbleiben, und nicht für seine Gesammtheit angewendet werden, indem ein Blütenstielchen wesentlich und wirklich einblütig seyn muß.

Der Uebergang von den begränzten zu den unbegränzten Blütenständen ist also häufig und manchmal ganz unmerklich. Es ist deßhalb wichtig, die Benennungen für diese so vielfältig modificirten und nirgends streng geschiedenen Fälle nicht zu vermehren. Besser ist's, die alten Ausdrücke wohl zu bewahren, gewissenhaft beizubehalten und ihre Begriffe streng festzustellen, ohne nichts destoweniger ihre ursprüngliche Bedeutung zu verändern, indem man ihnen Beiwörter oder selbst kurze Beschreibungen beifügt. Wir haben dieß hier bei den allgemeinsten und wichtigsten Fällen versucht, und überlassen die andern, die nur Modifikationen sind, der Uebung und dem Gebrauche.

---

solche, deren Hauptaxen einem andern Gesetze der Blütenstellung folgen, als die Nebenaxen, den Strauß (thyrsus) und das Knäuel (glomus), auf, und definiren sie so: Unbegränzte Hauptaxen, deren Nebenaxen dem Gesetze der begränzten Blütenstellung folgen, bilden den Strauß; begränzte Hauptaxen, deren Nebenaxen sich als unbegränzte Blütenstände verhalten, manchen ein Knäuel. Beide umfassen alle Möglichkeiten gemischter Blütenstände. Fig. 199, b ist die schematische Abbildung eines Straußes. Hier sind auch noch die abnormen Blütenstände zu erwähnen, die entstehen, wenn sich Blütenknospen nach Art der zufälligen (oder Adventiv-) Laubknospen entwickeln. Sie bilden keine besondern Abtheilungen, da sie sich auf normale Blütenstände, die nur durch diese zufälligen Entwicklungen modificirt sind, zurückführen lassen. Ebenfalls abnorm oder wenigstens bis jetzt noch unentdeckten Gesetzen folgend ist der Blütenstand der Farne, wo die höchst einfach gebauten Blütchen auf der Unterseite der Wedel in verschiedengestalteten und in Bezug auf die Nerven verschieden gestellten Häufchen (sori) beisammensitzen.

Das Aufblühen oder die Entfaltung der Blüten.

§. 218. In welcher Ordnung entfalten sich die Blüten eines Blütenstandes? Dieß ist eine Frage, auf die die vorhergegeben Erläuterungen die Antwort leicht machen. Wir haben die Vergleichung zwischen den blätter- und den blütentragenden Aesten bis in ihre Einzelnheiten verfolgt; wir haben gesehen, daß ihre Verästlungen dasselbe Gesetz befolgen, und daß jeder mit einer Blüte geschlossene Blütenstiel einem Aste gleichgestellt werden kann.

Jeder Ast nun entwickelt sich nothwendigerweise früher, als die aus ihm entspringenden, und seine Entwicklung ist schon bis auf einen gewissen Grad vorgeschritten, bevor die seiner seitlichen Knospen beginnt. Eben so wird es nun mit den blütentragenden Axen seyn; jede wird sich vor den zu ihr sekundären entwickeln müssen; es werden sich also die Blüten, welche die verschiedenen Axen schließen, in der Ordnung entfalten, in der die Axen auf einander gefolgt sind.

Statt eines mehrfältig verästelten Astes wollen wir nun einen betrachten, der blos auf seitliche Knospen beschränkt ist, oder mit andern Worten eine Hauptaxe, die nur sekundäre Axen trägt. Wir wissen, daß diese Axe nach oben wächst, so daß ihre Theile um so früher ausgebildet sind, je tiefer sie stehen. Seine Knospen befolgen natürlich denselben Gang, und entwickeln sich früher als oben. Dieselbe Ordnung findet somit statt für eine Reihe blütentragender Axen auf demselben Blütenstiele; die Entwicklung der sie schließenden Blüten beginnt also mit der Endblüte der am tiefsten stehenden Axe, und geht von einer zur andern von unten nach oben weiter Wir haben also ein zweites Gesetz: Die Endblüten der Axen einerlei Ordnung, die auf derselben gemeinschaftlichen Axe stehen, entfalten sich von unten nach oben.

Die Aufstellung dieser zwei Gesetze ist das Resultat sowohl der Betrachtung als der Theorie. Nach ihnen regelt sich die Entfaltung aller Blütenstände, mit wenigen Ausnahmen, die als Folge äußerer und innerer Einflüsse vorkommen, oder auch eigens für sich betrachtet werden müssen. Durch sie lernt man auch leicht viele Blütenstände unterscheiden, deren Bestimmung ohne sie ungewiß und schwierig wäre.

§. 219. Wir wissen schon, daß wenn alle Blüten eines Blütenstandes vermittelst der Verlängerung eines oder Verkürzung des andern Theiles der Blütenstengel sich in einer Höhe befinden, die untern Nebenaxen außen, die obern innen stehen. Man kann dann ohne Weiteres innere für obere und äußere für untere, von außen nach innen, statt von unten nach oben und umgekehrt sagen. Beobachten wir nun eine Dolde oder ein Köpfchen, so sehen wir das Aufblühen vom Umkreis gegen den Mittelpunkt des Blütenstandes vorschreiten, wie es bei der Traube von unten nach oben geschah. Daher die Benennung centripetale (gegen den Mittelpunkt strebende) Entfaltung, die bei diesem und jedem unbegränzten Blütenstande findet.

Nehmen wir im Gegentheile eine Trugdolde, die aus einer

Haupt- und zwei oder mehreren Nebenaxen zusammengesetzt ist. Die Blüte, die auf der ersten steht, und also den Mittelpunkt des ganzen Blütenstandes bildet, wird sich zuerst entfalten; dann werden die kommen, welche auf den Nebenaxen sitzen und den Umfang einnehmen. In diesem Falle also befolgt die Entfaltung einen entgegengesetzten Gang, indem sie vom Mittelpunkt zum Umfang geht; man nennt sie die centrifugale, welche Benennung allen begränzten Blütenständen zukömmt. Man begreift, daß sie nicht in allen Fällen genau entspricht, denn wenn man eine Reihenfolge blütentragender Gabelspaltungen annimmt, so werden zwischen der Centralblüte und denen der sekundären Axen die der tertiären stehen, und später blühen, als die sekundären, obwohl sie weiter nach innen befindlich sind. Man muß sich daher beim Gebrauche dieser Bedeutung stets daran erinnern, daß sie nicht im strengsten Wortsinne genommen werden darf.

§. 220. Nach allem diesem ist leicht abzunehmen, in wie weit beim ersten Anblick eines Blütenstandes Art und Grad der Entfaltung seiner Blüten zur Bestimmung desselben beitragen kann. Sehen wir im Mittelpunkt oder zu oberst eine Blüte, die mehr entfaltet ist, als die um dieselbe oder über ihr stehenden, so wissen wir sogleich, daß wir es mit einem begränzten Blütenstande zu thun haben; stehen dagegen in der Mitte oder obenauf Blüten, die weniger entwickelt sind, als die äußern oder tiefern, so erkennen wir alsbald darnach einen unbegränzten Blütenstand. Das Verhältniß in der Entwicklung der Blüten unter einander gibt uns auch ohne weiters das der Axen, die sie tragen, oder anders das ihrer Stellung auf dem gemeinschaftlichen Blütenstiel.

§. 221. Wir haben mehrer Deutlichkeit willen die einfachsten Fälle angenommen, wo der Blütenstand wenig verästelt ist. Ist er es in einem hohen Grade, so wird die Untersuchung in demselben Grade schwieriger, als die vielen Nebenaxen mehr zerstreute Punkte in dem ganzen Blütenstande einnehmen. Wir haben bei der Trugdolde schon Andeutungen darüber gegeben; es läßt sich dasselbe aber auch für andere unbegränzte Blütenstände, z. B. für die Rispe sagen, wo sekundäre, in verschiedener Höhe stehende Axen mittelbar Blüten in verschiedenen Graden der Entwicklung tragen, und man nach unten zu Blüten finden kann, die weniger entwickelt sind, als andere höher stehende, was der centripetalen Entfaltung ganz zu widersprechen scheint.

Man muß sich bei diesem Fall daran erinnern, daß ein ganzer Blütenstand (d. h. sämmtliche Blüten zusammengenommen) nichts ist, als eine gewisse Zahl einander ähnlicher Blütengruppen, die auf einer gemeinschaftlichen Axe stehen, daß also z. B. eine Rispe im Allgemeinen nichts anderes ist, als eine Vereinigung mehrerer Trauben auf einem gemeinschaftlichen Blütenstiel. Somit muß man zusammengesetzte Blütenstände annehmen, wo man an dem allgemeinen Blütenstande (von dem wir bisher ausschließlich sprachen) mehrere partielle oder theilweise Blütenstände unterscheiden kann, deren jeder in der Entfaltung seiner Blüten die oben auseinander gesetzten Gesetze kund thun oder befolgen wird. Vergleichen wir weiters

die der einen mit denen der andern: so werden wir sehen, daß jede dieser Gruppen von zusammengesetzten Blütenständen mit einer Blume eines einfachen Blütenstandes verglichen werden kann; daß, wenn sie in Bezug auf die Axe alle seitlich stehend sind, sie weniger entwickelt seyn werden, je weiter oben sie sich befinden, und daß sie sich von unten nach oben entwickeln werden; daß endlich, wenn eine eben diese Axe schließt, sie sich vor allen andern entfalten (Fig. 186) und das Aufblühen der andern von oben nach unten gehen, also centrifugal werden wird. Wir sind hiedurch auf ein drittes Gesetz geführt: Bei einem zusammengesetzten Blütenstande befolgen die partiellen oder theilweisen Blütenstände in ihrer beziehungsweisen Entwicklung dieselben Gesetze, wie die einzelnen Blüten in einem einfachen Blütenstande.

Wie sich leicht denken läßt, kann ein Blütenstand so zusammengesetzt seyn, daß er sich mehrfach zerlegen läßt, so z. B. eine Rispe in mehrere kleinere Rispen, diese in Trauben, diese abermals weiter u. s. f.

§. 222. Durch die Entfaltung erst wird uns oft bei den Blütenständen eine Anordnung deutlich, die wir sonst schwerlich erkannt hätten; bei den zusammengezogenen Trugdolden z. B. (§. 214), die man ohne Entfaltung schwerlich von den Köpfchen unterscheiden würde. So die Weberdistel (Dipsacus fullonum) deren in lange ellipsoidische Köpfe vereinigte Blumen man für Aehren erklären möchte. Bei einer wirklichen Aehre müßte die Entfaltung regelmäßig von unten nach oben vorschreiten; nun beginnt sie aber hier fast zu gleicher Zeit an mehreren Stellen in verschiedener Höhe, und so kömmt man auf den Schluß, daß diese scheinbar einfache Aehre aus mehreren mit einander verwachsenen besteht, deren größte oben am Ende steht. Die Kugeldistel (Echinops sphaerocephalus), um ein anderes Beispiel anzuführen, hat sämmtliche Blumen in eine Kugel vereinigt, die sich von oben nach unten und nicht von unten nach oben entwickeln; statt eines Köpfchens, wie der Anschein glauben ließe, muß man hier einen zusammengesetzten und begränzten Blütenstand annehmen.

§. 223. Es bleiben uns noch einige Blütenstände zu besprechen, welche vermöge ihres Anheftungspunktes eine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze zu machen scheinen, indem die Blumenstiele, die doch nichts anderes sind als die letzten Zweige, und immer aus Blattachseln entspringen sollten, in manchen Fällen dieß Gesetz nicht zu befolgen scheinen.

So sprach man sonst von einem wurzelständigen Blütenstand, wo die Blüten zuweilen unmittelbar aus der Wurzel entspringen sollten; die Definition aber, die man davon gab, zeigte, daß man trotz des falschen Namens die Sache eigentlich richtig aufgefaßt, und die außerordentliche Verkürzung des beblätterten Stammtheiles bemerkt hatte, die diese Täuschung hervorbringt. Die Zwischenknotenstücke des untern Stammtheiles sind in diesem Falle einander so genähert, daß sämmtliche Blätter (sogenannte Wurzelblätter) knapp an der Erde eine Blätterrose bilden, wo dann aus ihrer Mitte oder auch aus den Blattachseln die Blüten entsprossen, mit denen dieser

so verkürzte Stamm endet. Oft aber entspringen sie nicht so nahe am Boden, und der nackte Stengel erhebt sich bis zu einer gewissen Höhe, wo er dann Deckblätter und Blüten trägt; man nennt ihn dann Schaft (hampe, scapus). Der Blütenstand selbst gehört unter die schon bekannten. Beispiele davon gibt es sattsam unter den Zwiebelpflanzen, die Hyacinthen, Zeitlosen (Colchicum), dann auch die Maßliebchen (Bellis), die Himmelsschlüssel oder Primeln (Primula) 2c.

§. 224. Man stellte auch einen blattständigen Blütenstand auf, wo die Blumen aus den Blättern entspringen sollten. Man nahm in diesem Falle meist einen Ast, der sich zur Blattform umgewandelt hatte (s. weiter unten §. 236, Fig. 202) für ein wirkliches Blatt.

Anderemale ist es allerdings ein wahres Blatt, dann aber ist der Blütenstiel entweder mit dem Blattstiel (wie bei Helwigia, Chailletia und einigen Hibiscus) oder (wie bei Zostera, Wasserriemen) auch mit der Scheibe des Blattes verwachsen, aus dessen Achsel er entspringt. Das blütentragende Blatt kann dann als Deckblatt auftreten, wie bei der Linde, an der man diese theilweise Verwachsung des Blütenstiels leicht nachweisen kann.

§. 225. Eben so kann man durch Verwachsung gewöhnlich geschiedener Theile viele Blütenstände erklären, die außerachselständig sind, das heißt die aus einem andern Punkt eines Astes als aus einer Blattachsel entspringen. Hievon finden wir bei den Solaneen (nachtschattenartigen Pflanzen) gute Beispiele. Ist ein Blütenstiel auf eine gewisse Länge mit dem Aste verwachsen, so scheint er in seiner größern oder geringern Entfernung oberhalb des Blattes zu entspringen; ist der verwachsene Theil des Blütenstiels länger, als das Zwischenknotenstück, so kann ein Blatt, oder auch mehrere, zwischen dem Blatt, aus dessen Achsel es eigentlich entsprang, und dem Punkte stehen, wo es sich vom Stengel loslöst; eine von diesem Punkte nach abwärts gezogene Linie muß, die andern seitwärts lassend, auf das Achselblatt treffen, und so gelangt man zur genauen Bestimmung dieser schwierig zu erkennenden Theile.

Was den Fall betrifft, wo der Blütenstand gegenblattständig ist, d. h. gerade einem Blatt gegenüber steht, statt aus seiner Achsel zu entspringen, so ist er bereits in §. 185 genügend auseinandergesetzt.

Deckblätter.

§. 226. Wir haben gesagt, daß die Deckblätter umgewandelte Blätter sind, aus deren Achseln blütentragende Axen entspringen. Manchmal ist diese Umwandlung, besonders am untern Theil des Blütenstandes nicht vollkommen, und die Blätter haben ihre grüne Farbe und ihr ganzes sonstiges Aussehen, obwohl sie kleiner und kürzer sind; man ist dann in Zweifel, welchen Namen man ihnen beilegen soll. Es sind weder die Blätter, wie man sie tiefer unten an der Pflanze sieht, noch sind es auch Deckblätter. Diesen Uibergang deutet man dadurch an, daß man den Blütenstand beblättert (foliosus) nennt. So beschreibt man beblätterte Rispen, Trauben u. s. w. Anderemale ist ganz im Gegentheile das Fehlschlagen der die

Blumen begleitenden Deckblätter vollständig; man findet nicht die geringste Spur davon, weder an dem Ursprung des allgemeinen oder partiellen Blütenstandes, noch an der einzelnen Blume. Man deutet diesen Mangel von Nebenblättern dadurch an, daß man solche Blütenstände oder Blumen nebenblattlose (flores ebracteati) nennt. Man findet sie z. B. in der Familie der Kreuzblütler (Cruciferae).

§. 227. Zwischen diesen zwei Extremen der blattähnlichen Entwicklung (developpement foliacée) und der gänzlichen Abwesenheit der Deckblätter, findet man alle möglichen Zwischenfälle, und die Reduktion des Blattes kann dann all die verschiedenen Modifikationen zeigen, deren wir bei Gelegenheit der Knospenhüllen erwähnten. Am häufigsten fehlt der Blattstiel, und man findet nur die sitzende und mehr oder minder verkleinerte Blattscheibe. Oft bleibt auch der Scheidentheil allein übrig. Endlich kann es auch nur das Ende des Blattstieles seyn, welches als kleine, mehr oder minder kurze Spitze erscheint, die nichts ist, als eine schwache Entwicklung des mittelsten centralen Gefäßbündels, dessen Verlängerung den mittlern Nerven des Blattes dargestellt haben würde. Zuweilen sind es auch die Nebenblätter (stipula), die sich so stark entwickeln, wie bei den eigentlichen Blättern. Ist dann das übrige Blatt ganz fehlgeschlagen, so hat man den Anschein eines doppelten Deckblattes; ist aber auch noch die Blattscheibe, der Blattstiel oder die Blattscheide mit entwickelt, so gibt dieß das Aussehen eines dreilappigen oder selbst eines dreifachen Deckblattes, jenachdem die Nebenblättchen zum Blattstiel oder zum Stengel gehören. Man muß von diesem Falle jenen wohl unterscheiden, wo das Deckblatt durch die unmittelbare Nachbarschaft zweier gegenständiger Deckblättchen dreifach erscheint.

§. 228. In der Mehrzahl der Fälle ist die Umwandlung des Blattes zum Deckblatte um so vollkommener, auf einem je höher stehenden Theil des Blütenstandes man es findet, und man kann an einem und demselben Blütenstand von seiner Basis an bis zu seiner Spitze oft alle die Uebergänge beobachten, die wir so eben aufgezählt haben. Diese Verschiedenheiten machen die Beschreibung, die auf sie aufmerksam machen und sie kurz und allgemein andeuten muß, oft etwas verwickelt. Ist das Deckblatt die stehen gebliebene Blattscheibe, so kann es bloß breiter werdend, im Allgemeinen die Form des Blattes, seine Farbe und Struktur (ziemlich) beibehalten, und man nennt es dann blattartig (foliacea). Anderemale verkürzt und verdickt es sich zu einer Schuppe, oder es wird auch ein dünnes durchsichtiges oder gefärbtes Häutchen, und dann ist es gewöhnlich vom Scheidentheile des Blattes gebildet. Ist diese nur auf ein dünnes Bündelchen reducirt, so nimmt es die Form eines Fadens an; wenn es sehr kurz ist, wird es zu einem Stachel (arête) oder bloß zu einer kleinen gewöhnlich steifen und schwärzlichen Spitze. Oft hat es ganz oder nahezu die Farbe der Blume, und die mehr oder minder lebhaften Nüancen derselben finden sich eben so kräftig oder etwas blässer an demselben wieder, wobei es gewöhnlich bedeutend breit ist; die brennend scharlachrothen Deckblätter des prächtigen scharlachrothen Sal-

bey's (Salvia splendens), und einiger Kuhweizen-Arten (Melampyrum) liefern ein leicht zu habendes Beispiel.

Als Folge des Zusammenschwindens der Blattscheibe im Nebenblatte ist sein Rand zumeist ganz; zuweilen jedoch ist er gezähnt oder mit mehr oder minder tiefen Einschnitten versehen, wie in den eben angeführten Kuhweizenarten.

§. 229. Die Deckblätter können längere Zeit oder ganz und gar an der Basis des Blütenstieles stehen bleiben; meistens jedoch sind sie eingelenkt und fallen bei Zeiten ab; dieß muß man wohl beachten, um nicht bei einem Blütenstande die Deckblätter als fehlend anzugeben, während er mit ihnen versehen ist. Davon muß man sich zu einer Zeit vergewissern, wo die Entwicklung noch nicht vollendet ist.

§. 230. Die Deckblätter müssen, die Ausnahmsfälle der achselständigen Blütenstände ausgenommen, unter einander dieselben Stellungsverhältnisse beobachten, wie die Blütenstiele; gehen diese durch Schwinden der gemeinschaftlichen Axe in derselben Höhe oder in sehr nahe gelegenen Punkten von derselben ab, wie in den Dolden und Köpfchen, so findet man auch die Deckblätter so gestellt, und sie bilden um die Axe herum eine Art Quirl oder Blattrose (rosette), die man im Allgemeinen Hülle (involucrum) nennt, in der jedes einzelne den Namen eines Blättchens (foliolum) oder zuweilen nach seiner Festigkeit, einer Schuppe (squama) trägt. Ist der Blütenstand ein zusammengesetzter, so findet man außer der Hülle an der Basis des gesammten Blütenstandes auch noch eine an jedem partiellen Blütenstande, und man unterscheidet dann die letzteren durch die Verkleinerung Hüllchen (involucellum). So sind bei den Doldenpflanzen oder Umbelliferen die Döldchen häufig mit Hüllchen versehen (involucellata) Fig. 187, 1″, die Dolde aber mit einer Hülle (involucrata) Fig. 187, 1′. Die sehr bezeichnende französische Benennung collerette, Halskrause, wendet man auch auf die Wirtel von Deckblättern an, und diese sind dann entweder allgemeine oder partielle.

Die Blättchen der Hülle können entweder in eine einzige Reihe angeordnet seyn, einreihig (uniserialis), welches bei den Doldenpflanzen der gewöhnliche Fall ist, oder sie stehen in mehreren Reihen über einander, vielreihig (multiseriales), wie man dieß häufig an den sogenannten zusammengesetzten Blumen (Syngenesisten) wahrnimmt*). In dem letztern Falle schließen sie eng an einander, so daß immer die äußern die Basis der innern bedecken, wie es die Ziegel eines Daches thun; sie sind dann dachziegelartig (imbricatus) Fig. 189, 1, b. Sind sie dann zahlreich, so bemerkt man leicht ihre spiralige Stellung, indem man ihre Nebenspiralen meist recht deutlich sehen kann; die Nebenblätter der Artischocke (Scolymus Cynara), die man im gewöhnlichen Leben Blätter nennt, sind ein bekanntes Beispiel. Oft aber zeigt sich diese Stellung nicht deutlich, wenn näm-

*) Hier hießen sie früher calyx communis, gemeinschaftlicher Kelch auch periclinium genannt.

lich der Deckblätter wenige und besonders wenn sie in zwei Reihen gestellt, und die äußern den innern viel kleinern nicht ähnlich sind. Einige Schriftsteller bezeichnen diesen letztern Fall mit dem Namen einer kelchartigen Hülle (involucrum calyculatum).

§. 231. Bald sind alle Blättchen der Hülle frei, bald verwachsen sie mit einander an der Basis oder ihrer ganzen Länge nach; man nennt dann die Hülle vielblättrig (polyphyllum) oder einblättrig (monophyllum), je nachdem der eine oder der andere Fall vorhanden ist. Sind beim letztern Falle die Blättchen in einer einzigen Reihe gestellt, so bilden sie eine ganze oder an ihrem Umfang eingeschnittene Hülle, wie z. B. im Hasenöhrlein (Bupleurum); stehen sie aber in mehreren Reihen, so bilden sie eine Art Becher oder Kelch, der ganz mit Schuppen oder Spitzen besetzt ist, welche die freien Enden der übrigens ganz mit einander verwachsenen und verschmolzenen Blättchen sind. Dieß ist der Ursprung des Napfs oder Näpfchens, Bechers (cupula), der Eichel, Fig. 201, c. Eine ähnliche Entstehungsweise hat die stachlige Schale der eßbaren Kastanie (Castanea vesca); sie ist eine Hülle, und ihre ledrige und braune Haut ist ein Hüllchen, welches mehrere Blüten einschließt, wie dieß die mehreren Früchte beweisen, die man öfter in ihr findet. Man sieht, wie hier alle Aehnlichkeit mit dem Blatte vollkommen verwischt ist, als Folge jener Umwandlungen und Verwachsungen, die sich oft zwischen unsere sinnlichen Wahrnehmungen und eine klare Auffassung und Deutung der Thatsache stellen.

§. 232. Es ist ganz klar, daß in solchen Fällen, wo die Deckblätter in mehreren Reihen so mit einander verwachsen, sich keine Blüten in den Achseln entwickeln können, als bei jenen, die die allerobersten sind; aber es geschieht dieß oft auch, wo sie alle frei sind, und die dachziegelartige Stellung bringt zumeist auch die Unfruchtbarkeit aller Achseln der äußern Blättchen eines Köpfchens mit sich. Diese äußern Blättchen entwickeln sich dann oft desto stärker, und diejenigen, die in ihren Achseln Blüten tragen, sind dann viel kleiner und sonst von ihnen verschieden. Wir wollen hier als Beispiel wieder die Artischocke aufführen, wo der Blumenboden (receptaculum) — der fleischige Theil, den man ißt — der mit unfruchtbaren (in der Achsel keine Blüten tragenden), langen, dichten und grünen Deckblättern besetzt ist, auf seiner ganzen obern Fläche andere kurze, häutige und weißliche Deckblätter mit Blüten dazwischen trägt; dieß ist der Theil, den man unter dem Namen Heu (foin) wegwirft.

Es gibt viele Pflanzen, wo man unterhalb der Blüte mehrere unfruchtbare Blättchen findet, die eine ein- oder mehrblättrige Hülle bilden, die man dann den äußern Kelch nennt; der Ibisch (Hibiscus), die Malope, die Malven oder Käsepappeln und viele andere Malvaceen zeigen ein solches Verhalten.

§. 233. Manchmal umhüllt ein einziges Deckblatt den Blütenstand ganz oder zum Theil. Wir haben schon im §. 207 die Scheide (spatha) aufgeführt, die man bei einer großen Zahl Monokotyledonen rund um eine Aehre von besonderer Beschaffenheit antrifft, die

einfach ist beim Kolben (spadix), zusammengesetzt bei dem régime *) der Palmen. Es ist eine Art Blatt, das die Basis scheidenartig umfaßt, oft wie eine Düte aufgerollt, und zuweilen am Gipfel in eine Art seitlicher Zunge verlängert, und bald grün wie in der gemeinen Aronswurz (Arum maculatum), bald gefärbt ist, wie in der Dütenblume (Calla aethiopica). Seine Ränder vereinigen sich unten zuweilen mit einander, spalten oder theilen sich aber oft später, wenn die sich vergrößernde Blüte oder Frucht die Wandungen der zu engen Höhle aus einander treibt. Ein andermal sieht man dann die Scheide sich in zwei Theile oder Klappen (valves) theilen, weil sie aus zwei freien oder verwachsenen Deckblättern besteht, wovon das eine außerhalb des andern steht nach dem in den Monokotyledonen beständigen Gesetze der Abwechslung. An höher liegenden Stellen des Kolbens findet man an der Basis einzelner losgetrennter Blumen oder Blütengruppen kleinere Deckblätter, die man Scheidchen (spathelullae **) nennt. Die Scheide scheint bestimmt, die Blüte in ihrer ersten Jugend zu beschirmen, denn in dieser Zeit umhüllt sie sie immer, obschon sie in manchen Pflanzen wie im Rohrkolben (Typha) und dem Pothos (Pothos) sich später nicht in dem Verhältnisse weiter entwickelt, sondern am Grunde der Aehre auf die Seite gedrängt wird, oder sich schon bei Zeiten ganz loslöst. Uebrigens findet man bei vielen Dikotyledonen eine ähnliche Anordnung, wo diese Hülle, die man der Aehnlichkeit halber auch Scheide nennt, besser aber scheidenförmige Hülle (involucrum spathiforme) heißen sollte, im Allgemeinen aus der Vereinigung zweier großer gegenständiger Deckblätter entsteht.

§. 234. Bei den Gräsern bemerkt man an der Basis der kleinen Aehren oder Aehrchen, die selbst wieder zusammengesetzte Aehren oder Rispen bilden, eine oder zwei grüne Schuppen, die man Bälge (gluma) nennt und die ein der Scheide ***) ähnliches Gebilde vorstellen. Wir werden später Gelegenheit haben, sie besser kennen zu lernen, wenn wir diese Familie unter den andern Pflanzenfamilien abhandeln werden.

Umgewandelte Organe.

§. 235. Wir sind der Pflanze durch alle Entwicklungsstufen gefolgt, von ihrem ersten Erscheinen als Embryo an, bis zur Hervorbringung der Blume, mit der sie endet; wir haben gesehen, wie die scheinbar außerordentliche Verschiedenheit ihrer Organe nur eigentlich von der Verschiedenheit der Formen herrührt, die eine geringe Zahl von Fundamental-Organen annimmt, und wir haben die allgemeinsten und wichtigsten davon untersucht. Das Studium dieser Umwandlungen oder Umgestaltungen, die Bestimmung der Organe in allen ihren Verkleidungen, die sie unsern Augen so verschieden erscheinen lassen, ist eine Haupt-Grundlage der (beschreibenden) Botanik, die ohne sie

*) Im Deutschen existirt, so viel uns bekannt, keine besondere Benennung dafür.

**) Dieser Ausdruck bezeichnet häufig die Spelze der Gräser.

***) S. Anm. zum vorigen §.

nicht die zahllosen Arten der Pflanzen vergleichen und unterscheiden könnte, die sie aufzustellen und zu ordnen berufen ist. Seit die Wissenschaft aus ihrer Kindheit herausgetreten ist, und einen philosophischen Entwicklungsgang eingeschlagen hat, mußte sie sich auch mit dieser vergleichenden Organographie beschäftigen. Sie hat in der neuesten Zeit sich in Folge sinnreicher Theorien und zahlreicher Anwendungen derselben bedeutend vereinfacht und vervollkommnet, und so einen neuen Aufschwung und mit ihm auch einen neuen Namen, den der Morphologie (von μόρφη Form) genommen. Die sicherste leitende Regel zieht man hier stets aus der Kenntniß der verschiedenen Stellungsverhältnisse der einzelnen Theile. Wir haben daher diese Verhältnisse erforscht und haben sie bewahrheiten können, indem wir jedes Organ, dessen Natur uns nicht zweifelhaft seyn konnte, bis zu seiner niedersten Entwicklungsstufe verfolgt haben, und es bei allen diesen Formveränderungen den Gesetzen der Stellung treu bleiben sahen. Die schwierigsten Fälle, die fast unausweichlich Jeden zu Irrthümern führen, der nicht diesem leitenden Faden in dem Labyrinthe folgt, sind die, wo ein Organ so vollkommen die Form eines andern annimmt, daß man es nothwendigerweise für dieses halten muß. So haben wir besonders bei den kletternden Gewächsen Luftwurzeln gesehen, die vollkommen das Ansehen von Aesten besaßen, wie wieder andererseits Aeste ganz Wurzeln glichen. z. B. bei den Kartoffeln (§. 190).

Bandförmige Ausbreitung (fasciatio).

§. 236. Man findet nicht selten hierin die blattartigen Bildungen wieder, und zwar durch eine ähnliche Verwandlung wie jene, die wir bereits §. 141 bei dem in das Phyllodium erweiterten Blattstiele beschrieben. So bilden bei den Xylophyllen die cylindrischen Zweige in ihren letzten Verästlungen grüne blattartige Ausbreitungen (Fig. 202, r), an deren Umfange man in gewissen Entfernungen mit Erstaunen kleine Blumenbüschel entstehen sieht. (f). Die Blüthen vom Mäusedorn (**Ruscus androgynus**) sind ebenso gestellt, und bei **Ruscus** aculeatus und **Hypoglossum** entspringen sie zwar auch an der Oberfläche eines scheinbaren Blattes, aber aus dessen Mittelnerven; dieß bezeichnete man sonst als eine Inflorescentia epiphylla, einen Blüthenstand auf der Oberfläche eines Blattes. Da wir aber gesehen haben, daß man Blumen nur auf Zweigen finden kann, so werden wir nicht anstehen, solche in den vermeinten Blättern wieder zu erkennen, und bei genauerer Prüfung wird sich das wahre Blatt uns auch wirklich als ein kleines, häutiges Blättchen an der Achsel, von der das falsche entspringt, darstellen. Die Natur trägt oft Sorge, die Folgerungen dieser Theorie zu bestätigen, indem häufig aus diesen blattähnlichen Aesten andere scheinbare Aeste hervorgehen, wie sie selbst aus den Zweigen entstehen, so wie z. B. die flachen Blüthenzweige von Cactus alatus und andern Arten dieser Gattung, welche man hiemit vergleichen kann, da nie ein wirkliches Blatt aus dem andern entsteht. Uiberdieß ist ihre harte holzige Struktur durchaus nicht die der letzteren.

Man hat diese ungewöhnliche Stellung der Holzbündel eines

Astes, welche statt in ihrem Kreise zu bleiben, sich wie die Längsstreifen eines Bandes (fascia) gleichlaufend neben einander ausbilden, eine bandartige Ausbreitung, Bänderung (fasciatio) genannt. Der breite und dicke Kamm, den man auf dem erweiterten Astende einer unserer häufigeren Gartengewächse, der Celosia cristata erblickt, ist eine solche bandartige Ausbreitung (Fig. 203), welche auch bei den jungen Trieben des Spargels, bei den Zweigen der Eschen und des Kellerhalses, hier jedoch nur ausnahmsweise, als Monstrositäten vorkommen *).

Ranke (Cirrhus).

§. 237. Schon früher (s. §. 185) hatten wir Gelegenheit, die Ranken des Weinstockes zu erwähnen, und haben bereits gesehen, daß sie sich durch die Metamorphosen des Blütenstandes, indem nämlich die Blumen fehlschlugen und die Blumenstiele, auf die Zahl und bisweilen auf die primäre zurückgeführt, in krautartige, geschmeidige Fäden verlängerten, welche fähig sind, sich um Dinge, die sie erlangen, herum zu winden. Dieses sind nun die letzten Verästlungen eines kletternden, völlig seinen jungen Trieben vergleichbaren Zweiges, welche sich nur dadurch von dem wahren Aste unterscheiden, daß sie nie Blätter entwickeln. Wir wissen, daß die Ranken des Weinstockes, da sie die terminale, seitlich gedrängte Inflorescenz andeuten, den Blättern entgegenstehen; bei der größeren Anzahl der andern damit versehenen Pflanzen aber befinden sie sich an den Gipfeln der Aeste oder in den Blattachseln **). Bisweilen ereignet es sich, daß die Umstaltung der Organe unvollendet blieb, und die Inflorescenz zeigt dann neben blüthentragenden Blumenstielen noch andere rankenartige Gebilde ***). Aber auch aus der Umwandlung eines andern Organes können Ranken entstehen, nämlich aus verschiedenen Blattpartien, und da sind es dann die Blattnerven, die sich auf diese Weise verlängern, oder es ist der Mittelnerv allein, welcher

---

*) Beim Spargel entstehen diese abnormen Bildungen ziemlich häufig, wenn er in hartem, trocknem Boden steht, oder wenn die kriechende Wurzel ihre jungen Triebe über den Rand des Beetes hinaus im Wege erzeugt, wo durch Steinchen oder sonstige mechanische Ursachen die Normalbildung gestört wird. Auch die Coniferen bringen nicht selten solche Anomalien hervor; wir erinnern nur an die Hirschgeweihen ähnlichen Ausbreitungen von Pinus sylvestris, Larix ꝛc.

**) Ihre Stellung ist in diesem Falle stets von der des Blütenstandes abhängig: terminal oder lateral, wenn dieser es ist, wie z. B. beim Weinstock, und axillar, wenn auch die Blumen axillar gestelt sind, wie z. B. bei der Zaunrübe (Bryonia alba und dioica), bei den Passifloren ꝛc.

***) Es kommen beim Weinstocke nicht selten an der Stelle der Inflorescenz oder der Ranken, d. h. dem Blatte gegenständig, monströse Traubenbildungen vor, in denen sich aber schwerlich Andeutungen zu einer Metamorphose in Ranken nachweisen lassen. Statt zwei gepaarten Trauben findet man hie und da eine Traube und eine Ranke an einem gemeinschaftlichen Blütenstiel; doch stehen beide nie zu einander in dem Wechselverhältnisse, daß unter günstigen Bedingungen die Ranken in dem Grade abnähmen, wie die Trauben üppiger und zahlreicher werden; sondern man wird sich leicht überzeugen, daß dann dem Bedürfnisse entsprechend, auch jene reichlicher wuchern.

an der äußersten Blattspitze hervortritt und entweder einfach, wie bei Flagellaria indica, Methonica gloriosa u. s. f., oder zusammengesetzt, wie bei den Erbsen, Wicken und Blatterbsen erscheint. Bei diesen gefiederten, in Ranken endenden Blättern geben solche bisweilen seitliche Fäden ab, die einer analogen Umformung der obersten Blättchen ihr Daseyn verdanken, und es ist durchaus nichts Seltenes bei diesen so verwandelten und zurückgeführten Blättern, das Parenchym völlig verschwunden zu sehen; sey es nun, daß ihre Hauptnerven und somit auch die Ranken ästig erscheinen, oder daß beide, wie z. B. bei Lathyrus Aphaca, einfach sind. Da der Blattstiel mit dem Mittelnerven nur Fortsätze eines eigenen Bündels sind, so gibt man den von ihnen abgeleiteten Ranken den Beinamen der blattstielartigen.

Sehr selten sind es die seitlichen Bündel des Scheidentheils, die sich rankenartig verlängern, wo dann das Blatt ihrer zwei darbietet, die wie Nebenblätter von seiner Basis ausgehen, eines von jeder Seite; dieß scheint ihr Ursprung bei Smilax zu seyn.

In allen Fällen läßt der Insertionspunkt der Ranke auf das in sie umstaltete Organ schließen. Entstand diese aus der Verwandlung mehrerer Axen von verschiedenen Stufen, wie beim Weinstock, so bemerkt man oft am Ursprunge jedes seitlichen Fadens ein kleines, rudimentäres Blatt, in dessen Achsel der Faden sich befindet.

Dorn (Spina).

§. 238. Eine andere durchaus verschiedene und ganz entgegengesetzte Form, worin sich alle jene genannten Organe oft umbilden, ist die des Dornes. Statt eines biegsamen, weichen Fadens, den wir in der Ranke kennen lernten, haben wir hier einen kleinen, verkürzten, harten, in eine Spitze auslaufenden und gleichfalls einfachen oder ästigen Zweig. Am häufigsten sind es Aeste, bei denen man diese Metamorphose beobachten kann, und da sind entweder alle Aeste einer Pflanze so verwandelt, z. B. bei Ulex (bei den dornigen Arten der Gattungen Blutkraut (Poterium), Königskerze (Verbascum) rc., oder nur die letzten und bisweilen nur das Endstück derselben, welches, statt sich in eine gipfelständige Knospe zu verdicken, spitz und hart wird. Diese so verwandelten Aeste können theilweise ihren ursprünglichen Charakter noch beibehalten, indem sie sich z. B. beim Schlehdorn (Prunus spinosa) (Fig. 204) mit Blättern und selbst mit Blumen bekleiden, oder sie verläugnen ihn im Aeußeren völlig und erscheinen dann an ihrer ganzen Oberfläche nackt (wie bei Calycotoma, Mespilus). Stets aber wird die anatomische Untersuchung eine mit den Aesten identische Struktur nachweisen.

Viel seltener erscheinen Blumenstiele in dieser Gestalt z. B. bei Alyssum spinosum.

Auch aus Blättern können die den einzelnen Partien angehörigen Bündel auf diese Art verwandelt werden, als: 1. Die Mittel- oder Hauptnerven, wobei entweder ein Theil des Parenchyms sich noch an der Basis derselben vorfindet, so daß man einen in eine

mehr oder minder lange Spitze auslaufenden Rand vor sich hat, z. B. bei den Disteln, oder das Paremchym völlig verschwindet, wie es beim gemeinen Sauerdorn (Berberis vulgaris) nicht selten vorkömmt (Fig. 205. f). Hie und da ist der Dorn durch den Blattstiel allein gebildet, oder er nimmt nur im Alter die Gestalt des Dorns an; so der allgemeine Blattstiel bei den gefiederten Blättern vom Traganthstrauch (Astragalus Tragacantha) und andern dornigen Aesten dieser Gattung nach dem Abfall der Blüthchen, die er während der früheren Periode der Pflanze trug (Fig. 206). 2. Erhärten oftmals die Afterblätter zu zwei kürzeren Dornen an der Basis des eigentlichen Blattes, wie dieses bei der fälschlich sogenannten Akazie (Robinia pseudoacacia) (Fig. 207) der Fall ist. Hievon wird sich der Blattwulst, der bisweilen selbst dornförmig vorkömmt, z. B. bei der Stachelbeere, stets leicht unterscheiden lassen, wenn er nur einen dornartigen Fortsatz unmittelbar unter der Mitte der Blattbasis ausmacht; doch dürfte seine Bestimmung in Fällen, woselbst es als doppelter Dorn sich verbreitete, minder leicht seyn.

§. 239. Noch bleibt uns die Prüfung einiger Organe übrig, die vielleicht gleich mit dem Zellgewebe oder der Rinde hätten abgehandelt werden sollen, da sie in der That nichts anderes als Bildungen jenes Gewebes und vorzugsweise der Rinde sind, die wir hier aber lieber einschalten wollen, da sie der Stufenreihe äußerer Ausbildung nach hier einen passenden Ort finden möchten.

Stachel (Aculeus).

§. 240. Wir werden hier mit den Stacheln beginnen, weil sie einen naturgemäßen Uibergang zu den Dornen bilden, womit wir uns so eben beschäftigten, und womit sie lange verwechselt wurden. Die des Rosenstrauchs können uns, da sie am bekanntesten sind, als Beispiel dienen. Bei oberflächlicher Betrachtung bemerken wir nun, daß sie keine bestimmte Stelle am Aste einnehmen, sondern bald näher, bald entfernter von einander zerstreut sind, ohne in ihren Ansatzpunkten irgend eine Ordnung erkennen zu lassen; daß sie nur schwach angeheftet sind, und sich mit leichter Mühe ohne Bruch davon ablösen. Mikroskopisch untersucht, stellen sie sich, der Korkhülle analog, völlig aus Zellgewebe bestehend dar, werden gleich ihr bald trocken, und bewahren ihr Leben nur an ihrer Basis, durch welche sie fortwachsen können, wenngleich sie dick und an ihrer ganzen Oberfläche hart werden. Diese Rosenstacheln dürfen demnach jenen Dornen, welche aus der Verwandlung eines Grundorganes oder aus einem seiner Theile hervorgehen, nicht gleichgestellt werden, da sich diese selbst schon durch eine regelmäßigere Stellung und durch fibröse, gefäßführende Textur auszeichnen. Man könnte sie mit mehr Recht den Haaren vergleichen, von welchen sie sich nur durch die beträchtliche Dicke und durch die Anhäufung der zahlreicheren, sie bildenden Zellen unterscheiden. Die Stacheln kommen nicht nur auf dem Stengel und seinen Verzweigungen vor, sondern auch auf Blättern und selbst auf Blüthentheilen, die am meisten den Charakter derselben beibehalten, aber fast ausschließlich auf den Blattstielen und Nerven. Ihre Gestalt ist im All-

gemeinen die eines Kegels, bisweilen gerade, sehr häufig rückwärtsgebogen, oft einseitig flach.

H a a r e (Pili).

§. 241. Wir haben schon mehrmal Gelegenheit gehabt, von den Haaren zu sprechen, beachteten diese indeß bisher nur in ihrem höchsten Grade der Einfachheit, wo nämlich jedes einzelne nur aus einer in die Länge gezogenen Zelle der Oberhaut entstand. (Fig. 87). Diese haarförmig verlängerte Zelle, welche mit ihrer Basis mitten zwischen andere Zellen eingesenkt ist, steht mit dem äußerlich hervorragenden Theil ihres Körpers bald senkrecht auf der Oberfläche der Epidermis (Fig. 209, 1), bald schräge, entweder (am häufigsten) von unten nach oben (pili erecti), oder in entgegengesetzter Richtung (pili retrorsi) (Fig. 87); oder sie liegen fast parallel mit ihr (pili adpressi (Fig. 214).

Die senkrecht von der Oberhaut ausgehenden Haare bilden mit dieser also einen rechten Winkel, und heißen pili horizontaliter patentes (z. B. **Potentilla opaca**). Die beiden schrägen Formen sind weit häufiger, und man beobachtet die a u f w ä r t s g e r i c h t e t e n Haare z. B. bei dem f r ü h e n F i n g e r k r a u t (Potentilla verna), die a b w ä r t s g e r i c h t e t e n an den 3 untersten Stengelgliedern von dem k n o l l i g e n K e r b e l (Chaerophyllum bulbosum) und mehren Dolden, die angedrückten Haare bei Myosotis strigulosa, einer Form des Vergißmeinnichts. Die Oberfläche dieser Haarzelle ist glatt, oder auch häufig ganz mit Erhöhungen bedeckt (Fig. 208, 4), [wie die Haare an den Narben der Gräser], und ihre Gestalt meist die eines langen, dünnen Kegels, einer Nähnadel (Fig. 209, 1); doch ist sie auch oft zylindrisch, oder selbst an der Spitze etwas keulenförmig angeschwollen. Sie kann sich endlich noch nach zwei und mehreren Richtungen zugleich wenden (Fig 209, 2), ästig werden (Fig. 209, 3), ohne deßhalb im Inneren unterbrochen zu seyn. Diese Verästlung muß nicht von der Basis ausgehen, sie findet auch oft in gewisser Höhe über derselben Statt [wie die Haare von Arabis alpina].

Viele Haare sind aber nicht bloß aus einer Zelle zusammengesetzt, sondern aus einer Reihe, welche nur durch ihre Enden vereinigt sind, und da die Flächen, womit diese Zellen auf einander ruhen, oder sich verbinden, den Verlauf des Haares durch eben so viele Scheidewände zu unterbrechen scheinen, so nennt man ein solches Haar q u e r g e t h e i l t (pili septati). Uibrigens sind seine verschiedenen Formen fast dieselben, als wenn es nur aus einer einzigen Zelle bestünde, nämlich die eines Kegels oder Pfriemens (pili subulati) bei der Z a u n r ü b e (**Bryonia**), wo die Zellen von der Basis zur Spitze abnehmen (Fig. 210, 1), die eines Zylinders, wo der Durchmesser dersebe bleibt [pili cylindrici, auf den jungen Schuppen von **Pinus Abies**], einer Keule, wo die oberen Zellen sich erweitern [pili clavati, an den Filamenten der Verbasca], und die eines kleinen, mehr oder minder verästelten Bäumchens [pili ramosi bei Nicandra], (Fig. 210, 2). Wenn mehre Haare von einem gemeinschaftlichen Punkte entspringen, bilden sie einen B ü s c h e l oder P i n-

sel (pili fasciculati) oder einen Stern (pili stellati), je nachdem sie sich auf der Oberfläche schräg oder fast parallel ausbreiten. Diese letzten Verhältnisse sind für ganze Familien charakteristisch, wie bei den Malvaceen, Königskerzen u. s. w. Die durch ihre Enden vereinten Zellen können ihrer Länge nach keinen gleichen Durchmesser darbieten, sie verengern sich gemeiniglich ein wenig theils gegen die Mitte, häufiger indeß gegen ihre Enden, wodurch dasselbe die Gestalt einer kleinen Perlenschnur erhält (pili moniliformes) (Fig. 210,4). Nicht immer besteht ein solches Haar aus einer Reihe von Zellen, häufig entspringen mehre in gleicher Höhe neben einander. Dieß ist die erste Stufe des Uibergangs in den Stachel, welcher sich jedoch durch seinen Ursprung von einer tieferen Schichte unterscheidet.

Die mikroskopische Untersuchung weist die Haarzellen als aus einer doppelten Membran gebildet nach, und zwar so wie wir es bereits §. 48 bei dem über die Haare und die anderen Theile der Oberhaut verbreiteten Häutchen gesehen haben; dieß bildet viele kleine Haarscheiden, durch welche die eigene Membran jeder Haarzelle wieder von einer anderen äußeren Membran bekleidet wird.

§. 242. Haare, welche von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt ausgehen, vereinigen sich bisweilen mit einander, und höchst wahrscheinlich durch jenes Häutchen, welches sie alle umhüllt, wo dann statt eines Sternes eine Art häutiger Platte entsteht, welche nur durch ihren Mittelpunkt der sie tragenden Oberfläche aufgeheftet ist, gleich den kleinen Schuppen, die man sich durch Abschuppung von der Haut ablösen sieht. Man nennt deßhalb diese schuppig oder schildförmig zusammengehäuften Haare pili squamosi seu scutati, oder mit einem einzigen, dem griechischen entlehnten Wort lepis. Sie haben im Allgemeinen einen glänzenden Widerschein, welcher zuweilen, wie z. B. auf den Blättern der Eläagneen, metallisch erscheint.

Zu diesen kann man auch noch andere kleine häutige oder schuppenförmige Ausbreitungen rechnen, welche statt nur durch ihren Mittelpunkt festzusitzen, der ganzen Weite ihres Umfanges nach angeheftet sind. Dieß ist gleichsam eine Falte der Epidermis, oder wenn man lieber will, ein zusammengesetztes Haar, gebildet aus der Vereinigung einer sehr großen Zahl von Zellen und in die Breite statt in die Länge gezogen. Man nennt diese fili ramentacei, spreuschuppige Haare, oder mit einem Wort Spreuschuppen (ramenta seu vaginellae). Man findet sie besonders entwickelt auf den Blattstielen und Blatträndern der meisten Farnkräuter, und ihre Farbe ist meist bräunlich.

§ 243. Man begreift, daß, wenn die Haare nur verlängerte Zellen sind, die aus der Mitte anderer hervorgehen, man sie überall finden kann, wo solches Hervorgehen möglich ist; und wirklich findet man sie in den inneren Höhlungen einiger Pflanzen, z. B. in den Röhren des Stammes oder Blattstiels der Nymphaea und anderer Wasserpflanzen. Aber dieses innere Vorkommen ist eigentlich Ausnahme, und in der Regel findet man sie auf der Oberhaut der verschiedenen Pflanzentheile, hauptsächlich an den der Luft ausgesetzten, so wie auch manchmal an andern bedeckten, z. B. am Samen oder

an der Oberfläche der Höhlung der Frucht, die die Samen einschließt, und sehr gewöhnlich an jungen Trieben, wie schon oben gesagt worden (§. 115).

In Menge zeigen sie sich oft an den Aesten und Blättern, und bei diesen viel häufiger und zahlreicher an der untern Fläche, den Nerven und Blattstielen. Ihr Daseyn und ihre Funktionen scheinen mit der Jugend dieser Theile, mit dem Zufluß der Flüssigkeiten, von denen sie dann strotzen, und mit der schnellen Ausdünstung, die die natürliche Folge davon ist, und die zu mäßigen sie wahrscheinlich bestimmt sind, in Wechselwirkung zu stehen, und nicht immer steht die Hervorbringung neuer Haare mit der Ausdehnung der älter werdenden Theile in Verhältniß. Haare, die die Oberhaut anfangs mit einer dicken Decke überzogen, bedecken sie später, wenn sie durch einen immer größer werdenden Zwischenraum getrennt sind, nur sehr unvollkommen. Deßhalb scheinen die Haare, die auf jungen Trieben oft so zahlreich vorkommen, ganz verschwunden zu seyn, wenn diese zu einer gewissen Entwicklung gelangt sind. Oefters fallen sie auch in der That ab, oder vertrocknen, und man findet sie selten an der Rinde älterer Zweige von Holzpflanzen.

§. 244. Wir haben die gewöhnlichsten Formen der Haare, für sich allein betrachtet, angezeigt. Im Allgemeinen bleibt man in Beschreibungen bei den Haaren stehen, die man mit unbewaffnetem Auge oder mit der Loupe bemerkt, und sagt, die Haare seyen einfach oder auf diese oder jene Art ästig, ohne zu untersuchen, ob sie ein- oder mehrzellig sind; was auch wirklich nicht von Bedeutung seyn kann, da man beide Arten unter einander antrifft.

Aber die Beschreibung sucht hauptsächlich den Anblick wiederzugeben, der aus der Vereinigung mehr oder weniger zahlreicher Haare auf einem Pflanzentheile hervorgeht, und wir haben nur noch die hauptsächlichsten Modifikationen, die man in dieser Hinsicht bemerkt, und die Ausdrücke, mit denen man sie bezeichnet, vorzutragen. Diese Ausdrücke sind folgende:

Kahl (glaber), eine Oberfläche ganz ohne Haare, von Haaren entblößt (glabratus), die die Haare verloren hat.

Behaart (pilosus), mit Haaren besetzt.

Flaumhaarig (pubescens), mit weichen, sehr kurzen und etwas entfernten Haaren, mit einem Flaum, wie der am Kinn eines Jünglings.

Zottig (villosus), mit langen, weichen, etwas schiefen Haaren.

Seidenartig (sericeus), mit seidenartigen, niederliegenden, mehr oder weniger glänzenden Haaren.

Rauhhaarig (hispidus, hirtus), mit harten, nicht niederliegenden Haaren. Hirsutus hält die Mitte zwischen diesem und villosus.

Sammtartig (velutinus), mit kurzem, dichtem Flaum wie mit Sammt bedeckt.

Filzig (tomentosus), mit wollenartig krausen Haaren bedeckt, die zu einer Art von Filz (tomentum) verbunden sind. Im Allgemeinen rührt dieß von der Anhäufung stern- oder büschelförmiger Haare her.

Wollig (lanatus, lanuginosus), mit langen, weichen, verwirrten Haaren wie Wolle.

Schuppig (lepidotus), mit schuppenartigen Schildchen bedeckt.

Spreuartig beschuppt (ramentaceus) mit trockenen, breiten Haaren besetzt.

Betrachtet man die Haare, die nicht mehr auf der Oberfläche, sondern auf deren Rande stehen, so nennt man sie, wenn sie etwas hart und von einander getrennt sind, Wimpern (ciliae). Stehen sie haufenweise, sind es Bärte (barba), woher das Beiwort bärtig (barbatus).

Wir brauchen die Verschiedenheiten nicht zu erklären, die man durch die Diminutive: glabriusculus, pilosiusculus, villosulus, tomentellus, hispidulus, ciliolatus u. s. w. bezeichnet, und wodurch man anzeigt, daß die Haare einer Oberfläche länger oder kürzer sind, weiter oder näher stehen u. s. w.

Drüsen (Glandes).

§. 245. Im Pflanzen-, wie im Thierkörper nennt man jene Werkzeuge Drüsen (glans), die eine Flüssigkeit von einer besonderen und von der der übrigen Flüssigkeiten des Körpers verschiedenen Natur enthält; welche Flüssigkeit durch die Thätigkeit der Organe, aus denen jener Apparat besteht, abgesondert, das heißt aus den Materien, die damit in Verbindung stehen, gezogen wird. Sie bestehen aus Zellgewebe, welches bei der Pflanze immer diese Funktion verrichtet, und sich nicht von dem unterscheidet, das wir bisher kennen gelernt haben; man erkennt es auch nur an seinem Inhalte, und kann unmöglich von seiner Form auf seine Verrichtung schließen, weßhalb auch Organe, die man jetzt als Drüsen betrachtet, lange Zeit mit anderen, die keine besondere Flüssigkeit absondern, z. B. mit den Haaren verwechselt worden sind. Diese Haare bezeichnet man mit dem Namen der drüsigen.

§ 246. Drüsenhaare (pili glandulosi). Diese absondernden Haare behalten selbst manchmal eine der oben beschriebenen Formen ohne sie im geringsten zu ändern, und man sieht keinen Unterschied, außer in der Flüssigkeit, die sich in ihren letzten Zellen sammelt und ausschwitzt; aber häufiger findet sich bei der absondernden Eigenschaft auch eine leichte Aenderung der Form, gewöhnlich eine Erweiterung am Ende. Besteht das Haar aus einer einzigen Zelle, so erweitert sie sich entweder ganz *) oder blos an ihrer Spitze, in Form einer Kugel, eines Eies oder einer Keule (Fig. 212, 1) besteht es aus mehreren Zellen, so sind es immer die höchsten, die absondern: manchmal eine

---

*) Zu diesen Drüsen, die aus einem oberflächlichen und festsitzenden Schlauch bestehen, gehören auch jene gelblichen Körnchen, die man unter dem Namen Hopfen kennt, und die man in so großer Menge auf den Blättern, Bracteen und Blüten der Hopfenpflanze sieht. Es sind eben so viele einfache Schläuche mit einer Flüssigkeit und bittern harzigen Principen gefüllt, welche zuletzt verhärten und allein zurückbleiben, und die die Eigenschaften besitzen, weßhalb die Pflanze so allgemein angewandt wird.

einzige (Fig. 212, 2) mehr oder weniger in eine der oben angeführten Formen erweiterte; manchmal mehrere terminale auf einander gestellte (Fig. 212, 4) oder in gleicher Höhe, zwei neben einander (Fig. 212, 3) oder vier kreuzweis gestellte, u. s. w.; manchmal endlich mehrere in eine einzige, die Erweiterung bildende Masse vereinigt. Die anderen Haarzellen, die darunter stehen, zeigen ihre gewöhnliche Form, und bilden den Stiel, der die einfache oder vielfältige Drüsenzelle an die Oberhaut befestigt, welche erstere dann gestielt (pedicellata) heißt.

§. 247. Die brennenden Haare (setae urentes), deren Stich ein lebhaftes Jucken hervorbringt, z. B. die der Nessel, wurden früher als ganz anders gebildet beschrieben. Man glaubte wirklich die abgesonderte Flüssigkeit in einem Haufen drüsiger Zellen verborgen, und aus der Mitte dieses Haufens sollte das Haar hervorgehen, dessen Röhre zum Herausfließen des Giftes dienen, und dasselbe in die Wunde gießen sollte, genau so wie der Giftzahn der Viper einen Kanal in sich enthält, der mit einer kleinen, am Grunde des Zahnes befindlichen Drüse in Verbindung steht; aber so ist es nicht. Die Haare der Nesseln (Fig. 213), der Loasa und einige Jatropha-Arten bestehen ganz gleichförmig in einer einzigen, konischen, langen und harten Zelle, die am Grunde in Form einer Zwiebel erweitert (b), und am anderen Ende, bald gerade, bald gekrümmt einen kleinen Knopf trägt (s). In dieser Zelle bildet sich der brennende Saft; wie sie in die Haut eintritt, bricht sie, und ihre Ende bleibt von dem kleinen Knopf zurückgehalten in der Wunde, woher eine doppelte Ursache des Reizes: das Daseyn eines fremden Körpers und die Eigenthümlichkeit seines Inhalts.

§. 248. Zu diesen brennenden Haaren zählte man auch die einiger Arten der Gattung Malpighia (M. urens, fucata, etc.) (Fig. 214), die durch ihre Form merkwürdig sind, welche einem mit der Mitte an das Blatt gehefteten Weberschiffchen ähnelt. Mit dieser Mitte hängt eine kreisrunde Oeffnung zusammen, die in einen die Mitte des Haares einnehmenden Kanal führt, und in eine kleine unter der Oberfläche des Blattes befindliche Drüse mündet. Man glaubte, daß das Haar, indem es in die Haut tritt, eine von jener Drüse abgesonderte Flüssigkeit einfließen lasse, aber das Haar ist sehr hart, hat besonders an beiden Spitzen äußerst dicke Wände, ist an seinen Enden nicht offen; und bricht nicht in der Wunde, wie man sich nach dem Herausziehen leicht überzeugen kann; es kann deßhalb keine Flüssigkeit einfließen lassen, und reizt nur wie jeder andere Dorn, da der Reiz aufhört, wenn man es herausgezogen hat. Man hat diesen niederliegenden, in der Mitte befestigten und mit einer Drüse zusammenhängenden Haaren den Namen der Malpighiaceischen gegeben, und verwechselt sie öfters mit allen niederliegenden, weberschifförmigen Haaren; man muß aber wohl Acht haben, da der Mangel der Drüse sie sehr gut unterscheidet.

§. 249. Eigentliche Drüsen (glandes propriae). Der Uibergang von den Drüsenhaaren zu den eigentlichen Drüsen ist kaum zu bemerken. Wenn ein Haufen absondernder Zellen ohne Stiel, aber durch eine Verengerung mit der Oberhaut zusammenhängend vorkömmt, ist dieß ein zusammengesetztes, sitzendes Haar? Ist es

eine oberflächliche, gestielte Drüse? — Aber was liegt auch am Namen! Man bemerkt bald zwei Verschiedenheiten von einer gewissen Bedeutung: 1) die Drüse ist inwendig hohl, ihre Wände bestehen aus einfach neben einander gereihten Zellen (Fig. 215); 2) die Drüse ist voll, ohne Mittelhöhle. Von dieser gestielten Drüse (Fig. 216) zeigt sich ein allmäliger Uibergang zu jener, die wie eine Art von Warze, mit einer großen Oberfläche befestigt ist. So findet man bei den Rosen, bei den Brombeeren Drüsen, deren Spitze kaum weiter ist, als ihre Basis.

§. 250. In anderen Fällen sind die Drüsen in das Innere des dichten Rindenparenchyms eingesenkt, aber gewöhnlich sitzen sie sehr oberflächlich und unmittelbar unter der Oberhaut; und selbst dann sieht man nicht sehr selten die Drüsen nach oben vorspringen, von der manchmal etwas veränderten Oberhaut bekleidet, die ihnen folgt, indem sie sich ihren Formen anschmiegt, oder man sieht, daß die unterbrochene Oberhaut einen hervorragenden Theil der unbedeckt gelassenen Drüse wie mit einem Rahmen umfaßt.

§. 251. Unter diesen inneren Drüsen muß man wohl jene unterscheiden, die man blasige (vesiculaceae) genannt hat, und welche mit durchsichtigen Wänden versehen, ein flüssiges, fast oder ganz farbloses Oel absondern, wodurch sie sich als durchsichtige Punkte auf dem grünen Grunde des Blattes das sie trägt, abzeichnen, wenn man dasselbe gegen das Licht hält. Die Blätter des Johanniskrautes (Hypericum perforatum), der Orange, der Myrte, der Raute (Ruta graveolens) (Fig. 217) sind allbekannte Beispiele, und können zu dieser Untersuchung dienen. Da wird man sehen, daß diese durchsichtigen Punkte von einer kleinen Anzahl von Schläuchen gebildet werden, welche locker unter einander verbunden und größer sind, als jene des umgebenden Zellgewebes. Zuletzt entfernen sie sich etwas von einander, und lassen zwischen sich einen hohlen Raum, in dem sich die Flüssigkeit anhäuft. Dieß sind die Drüsen, welche fast ganz die Haut der Orange bilden. An ihrer weißen Blüte zeigen sie sich als grüne Punkte, was beweist, daß diese Farbe der Flüssigkeit, trotz ihrer Durchsichtigkeit, eigen ist.

Die Behälter der eigenthümlichen Säfte, der Gummiarten und Harze, die man für gänzlich von den Drüsen verschieden erachtet, sind Höhlungen mit einer Wand eigenthümlicher Zellen, wo sich die Flüssigkeit sammelt, und von wo sie ausfließt. Diese nähern sich folglich sehr den Vesiculardrüsen, von denen sie sich durch ihre tiefere Lage unterscheiden.

§. 252. Im Gegentheil mit den eben untersuchten ist der größte Theil der inneren Drüsen undurchsichtiger, und aus Zellen gebildet, die kleiner als die des umgebenden Zellgewebes und sehr fest verbunden sind; auch bildet sich durch ihre Trennung kein Behälter in der Mitte, sondern höchstens hin und wieder eine zufällige Lücke *).

---

*) Der Verf. nennt hier die verschiedenen Behälter eigenthümlicher Säfte gleichfalls Drüsen. Von diesen Behältern gibt es wahrscheinlich absondernde und bloß aufbewahrende.

Manchmal, so bemerken wir es wenigstens bei den Malpighiaceen (Fig. 218), bietet die ganze Oberfläche der Drüse ein Lager von Zellen (ul), die durchaus von denen der inneren Masse (ur) verschieden sind, denn sie stellen eben so viele kleine, stumpfe und sehr feine Haare vor, die diese Oberfläche überziehen, und sie vergrößern.

§. 253. Die Materie, die von diesen Drüsen gebildet wird, ist bald mehr, bald weniger flüssig, von sehr verschiedener Natur, je nach den Pflanzen, die sie hervorbringen. Wir sahen sie sich in den Zellen, die sie absondern, oder in benachbarten Behältern anhäufen. Oft ergießt sie sich nach außen, sei es nun, daß die äußere Fläche sie auch absondert, oder daß sie durch die Wände der Zelle hindurchschwitzt. Kömmt sie nun mit der Luft in Berührung, so ändert sie häufig ihre Beschaffenheit, verdickt oder verdichtet sich, und in diesem Zustande bemerken wir sie oft an der Außenseite der Pflanzen.

§. 254. Man glaubte, daß eine gewisse Wechselwirkung zwischen den Drüsen und Tracheen bestünde, und daß diese selbst an der Bildung jener Theil nähmen. Wir haben gesagt, daß das Drüsengewebe ganz schlauchartig ist, nichts desto weniger ist es wahr, daß die Tracheen sich oft in der Nähe der Drüsen zeigen, und wenn auch nicht in ihr eigentliches Gewebe, doch in das umgebende eintreten, ja, man kann sie selbst manchmal bis an den Fuß gestielter Drüsen verfolgen; z. B. bei Drosera. Haben sie nun wirklich etwas Gemeinsames in ihren Verrichtungen, oder ist es nur eine natürliche Folge, daß diese zwei Organe, die in den jungen Trieben, wenigstens in den einjährigen, gleichmäßig entwickelt sind, auch häufig sich in naher Nachbarschaft finden müssen?

Functionen der Vegetations-Organe.

§. 255. Wir haben bisher die Organe der Pflanzen von ihrer ersten Erscheinung im Zustande des Embryo's bis in den der Blüte untersucht. Diese Organe, die uns bis jetzt beschäftigt haben, tragen alle zum eigentlichen Leben der Pflanze, deren Theile sie sind, bei, und werden deshalb unter dem allgemeinen Namen der **Vegetationsorgane** von den **Reproduktionsorganen** unterschieden, welche in der Blüte zur Hervorbringung neuer Embryonen beitragen, an denen nun die Reihe ist, denselben Kreislauf des eigenen Lebens in vorschreitender Entwicklung zu vollbringen. Bevor wir nun zur Prüfung dieser neuen Ordnung von Organen übergehen, haben wir die früheren noch vom physiologischen Standpunkte, in ihren Verrichtungen, in ihrer Lebensthätigkeit zu betrachten, um ihre Geschichte zu vollenden, da wir sie bisher nur vom organographischen Standpunkte, in ihrer Struktur, ihrer Form und ihrem Zusammenhange untersucht haben.

§. 256. Wir haben (§. 32—35) die ersten Veränderungen der jungen Pflanze, wenn sie für sich zu leben anfängt, oder mit einem Worte, wenn sie keimt, verfolgt. Wenn nun die Keimung vorüber ist, so steht sie durch ihren untern Theil, durch die Wurzeln, in Verbindung mit der Erde; durch ihren obern Theil, den Stamm und die Blätter, mit der Luft. Ihre Wurzeln saugen die Flüssigkeiten

aus der Erde oder jedem feuchten Medium, in dem sie sich befinden, und diese Verrichtung heißt die Einsaugung. Ist die Flüssigkeit einmal in die Pflanze eingetreten, so durchläuft sie in jeder Richtung ihr Gewebe, dessen Kommunikationsmittel wir schon (§. 17) wunderbar verbreitet gesehen haben: dieß nennt man den Kreislauf, mit einem von der Zoologie entlehnten Ausdruck, obschon bei den Thieren die analoge Wirkung sich auf andere Art und mit verschiedener Kraft äußert. Die Flüssigkeit, welche nun Saft (sève) heißt, verändert sich in ihrem Durchgange besonders an der ganzen Fläche der Pflanze, die mit der Luft in Berührung ist; diese Wirkung der Luft auf den Saft ist die Respiration oder Athmung. Der auf eine höhere Stufe gebrachte Saft ist nun zur Ernährung der Gewebe geeignet, das heißt, er ist geeignet, mittelst ihnen ähnlicher Theilchen die schon erzeugten Organe zu vergrößern und zu verstärken, und andere derselben Natur hervorzubringen; dieß ist die Assimilation und die Ernährung. An gewissen Punkten bildet er indessen mehr oder weniger verschiedene Materien, die bald zu einem besondern Gebrauch bestimmt sind, bald nur zu späterer, nochmaliger Bearbeitung aufbewahrt werden, bald als der Pflanze unnütz oder selbst schädlich von ihr aus dem lebenden Gewebe ausgeschieden werden. Dieß sind die Sekretionen, und im letztern Falle die Exkretionen oder Exkremente. Dieß sind sämmtliche Verrichtungen der Vegetation, die dem Thiere und der Pflanze gemein sind. Nachdem wir sie im Besondern studirt haben werden, können wir auch einen Blick auf die Unterschiede werfen, welche sie in beiden Reichen der organisirten Wesen darbieten *).

Einsaugung durch die Wurzeln.

§. 257. Wir haben gesehen (§. 115), daß die Wurzeln von einer fortlaufenden Zellenlage ohne Oeffnungen bedeckt sind. Wie wird die Flüssigkeit, die mit ihnen in Berührung ist, in sie eintreten, und wie wird sie aus ihnen in alle die übrigen Höhlen des Pflanzengewebes übergehen, da diese von jenen durch dünne Häute getrennt sind? Freilich sind diese Häute für Flüssigkeiten durchgänglich; damit dieß aber wirklich geschieht, muß eine hinreichende Kraft vorhanden seyn, die sie dazu zwingt. Man kann sich nicht allein die Einsaugnng durch die Wurzeln und die von Zelle zu Zelle, sondern auch theilweise den Kreislauf in den Pflanzen sehr gut durch jene Kraft erklären, die Dutrochet Endosmose nennt, und so gut kennen gelehrt hat. Vor dieser Entdeckung war jener Theil des Saftumlaufs unerklärlich geblieben.

Wenn man eine kleine Blase mit häutiger Wandung, sey sie thierisch oder pflanzlich (z. B. von der Hülse der Colutea) in reines Wasser taucht, während sie selbst mit einer dichtern Flüssigkeit, z. B.

*) Diese ganz nach der thierischen Oekonomie gemachte Eintheilung bleibt immer sehr mißlich. Wo keine strenge physiologische Bestimmung der Organe da ist, die den Funktionen vorstehen, läßt sich auch keine solche Eintheilung der Funktionen consequent und naturgemäß durchführen.

mit Gummi- oder Zuckerwasser gefüllt ist, so werden die beiden Flüssigkeiten streben, ihre Dichtigkeiten ins Gleichgewicht zu bringen, und es wird sich durch die Wände ein doppelter Strom herstellen, der eine von außen nach innen, das reine in das Zuckerwasser, der andere von innen nach außen, das Zuckerwasser in das reine führend. Aber die beiden Flüssigkeiten dringen nicht mit gleicher Schnelligkeit und Leichtigkeit durch die Haut; die weniger dichte geht schneller durch als die andere. Deßhalb gewinnt die innere Wassermasse mehr als sie verliert, während die äußere mehr verliert als gewinnt; woher ein Unterschied der Höhe zwischen beiden und ein Steigen der inneren Flüssigkeiten rühren muß, welches erst dann aufhört, wenn die beiden Flüssigkeiten durch diesen Austausch einen gleichen Grad von Dichtigkeit erlangt haben. Bringt man eine senkrechte, in Grade getheilte Röhre in die Blase, so kann man die Schnelligkeit der Steigung und ihre Kraft berechnen. Wenn man statt der geraden Röhre eine mit doppelter Krümmung einbringt und den unteren Theil mit Quecksilber füllt, so wird dieser, indem er in den äußern mit Graden bezeichneten Theil tritt, durch die Höhe seiner Säule den Widerstand anzeigen, den die Säule des Zuckerwassers überwinden mußte. Durch solche Erfahrungen stellt es sich fest, daß die Schnelligkeit und Gewalt der Endosmose in gleichem Schritt gehen, daß beide bedeutend sind, und daß der Vorgang lange dauert. Eine Auflösung von 1 Theil Zucker und 2 Theilen Wasser machte in zwei Tagen die Quecksilbersäule um mehr als einen Metre (beiläufig 3 Schuh) steigen, und hatte nach Verlauf dieser Zeit nur noch 1 Theil Zucker in 3 Theilen Wasser.

§. 258. Die von den Wurzeln ausgeübte Einsaugung ist nun leicht zu erklären. Die Zellen, die ihr Gewebe bilden, sind mit dichterem Saft gefüllt, als das Wasser, das die Erde eingesogen hat, und dieß Wasser muß, zufolge der Endosmose, durch ihre Häute dringen, die Höhlungen der äußersten Zellen aufschwellen und, indem es die darin befindliche Flüssigkeit verdünnt, weiter in die inneren Zellen gelangen. Wenn man glaubte, die Ernährung der Pflanze zu begünstigen, indem man ihre Wurzeln mit schon zubereiteter Nahrung versähe, und sie z. B. mit Zuckerwasser in Berührung brächte; so würde man sich, statt schneller zum Ziel zu kommen, nur davon entfernen, indem man die Endosmose und folglich die Einsaugung verhinderte.

§. 259. An welchen Punkten der Wurzel zeigt sich diese am thätigsten? Die Erfahrung lehrt uns, daß es durch die letzten und jüngsten Verästlungen, so wie auch durch die Fibrillen oder Härchen *) womit sie bekleidet sind, geschieht. Man weiß, daß man, um sich des Erfolgs bei einer Verpflanzung zu versichern, die größtmögliche Menge von Fibrillen in dem ihnen eigenen Zustand von Feuchtigkeit und Fülle bewahren muß. Wir haben gesehen (§. 115), daß sie in der ersten Zeit mit weichen Haaren bedeckt sind, die dazu bestimmt scheinen, ihre Oberfläche und mit ihr die Punkte der Einsaugung zu ver-

*) Die Wurzelhaare scheinen auch Gase aufzunehmen.

vielfältigen. Jedoch hat uns die Erfahrung gelehrt, daß die Einsaugung dieser beiden Oberflächen im Vergleich mit jener der äußersten Enden selbst nur schwach ist, denn man kann wirklich die Wurzeln einer Pflanze in einiger Entfernung vom Wasser so stellen, daß nur ihre äußersten Enden eingetaucht sind, während das ganze Uibrige außerhalb des Wassers sich befindet, und man wird doch in diesem Falle an der Schnelligkeit des Wachsthums sehen, daß die Thätigkeit der Aufsaugung in hohem Grade statt findet. Im Gegentheile kann man die Wurzeln selbst ganz und gar ins Wasser tauchen, und nur die Endspitzen außerhalb lassen; so wird in diesem Falle die Vegetation wohl nicht ganz aufhören, aber sehr langsam vor sich gehen; deßhalb ist es klar, daß die Einsaugung noch ausgeübt wird, aber nicht in hinreichendem Grade.

Wir haben (§. 114) gesagt, daß die Verlängerung der Wurzel und aller ihrer Verästelungen ausschließlich an ihrem Ende statt findet, welches sich deßhalb durch die ganze Zeit, daß die Lebensthätigkeit dauert, im Zustande werdenden Gewebes befindet. Deßhalb ist es nicht, wie man geglaubt hatte, eine Folge besonderer Modification des aufgeschwollenen und wie ein Schwamm thätigen Gewebes, daß die äußersten Würzelchen die Flüssigkeit, die sie umgibt, einziehen; es rührt im Gegentheile daher, daß ihre jungen Zellen, als solche schon geschwellt von dichten Säften für die Endosmose die günstigsten Bedingungen bieten. Ihre Epidermis ist noch nicht gebildet; weiter oben aber ist sie es, und setzt der Einsangung eine trockenere, weniger durchdringliche Zellenlage entgegen.

§. 260. Die umgebende Flüssigkeit wird um so leichter und in um so größerer Menge aufgesogen, je dünnflüssiger sie ist. In der Erde ist es das Wasser, welches die je nach dem Boden verschiedenen löslichen Stoffe aufgelöst enthält. Die Auflösung muß eine vollkommene oder besser gesagt eine Auflösung im eigentlichen Sinne des Wortes seyn, denn Substanzen, die in der Flüssigkeit nur zertheilt und suspendirt sind, wären sie auch noch so fein, werden nicht aufgesogen. Mengt man das feinste, vollkommen unfühlbare Pulver einer im Wasser unlöslichen Substanz, z. B. der Kohle, in's Wasser, und bietet man dieses dann der Aufsaugung der Wurzeln dar, so sieht man das Wasser allein in die Wurzeln eindringen, die Kohle aber außen bleiben, so daß man nicht die geringste Spur von ihr in der Wurzel wahrnehmen kann. Fast mit allen Auflösungen von Farben (welche sehr häufig keine eigentlichen Auflösungen, sondern nur eine Zertheilungen sind) erhält man dasselbe Resultat; das Wasser, das in die Wurzelendchen eindringt, entledigt sich bei diesem Durchgange des Farbestoffes und legt ihn auf der Oberfläche ab.

§. 261. Man hat sich bemüht zu erforschen, ob diese aufsaugende Oberfläche eine eigene Lebensthätigkeit besitze, eine Art Wahl bei der Aufnahme der ihr dargebotenen Flüssigkeiten treffe. Die Antwort darauf scheint eine verneinende, indem sie ohne weiters eine Menge Stoffe aufnimmt, die für die Pflanze giftig sind, und sie ihrem baldigen Tode zuführen, sobald sie in ihr Inneres eingedrungen sind. Man führt indessen einen entgegengesetzten Fall auf, wo sich eine

Pflanze in einer Auflösung von salpetersaurem Strontian ernährte, indem sie das Wasser allein aufnahm und das Strontiansalz zurückließ, als ob es nur im Zustande der Zertheilung und nicht der Auflösung gewesen wäre. Die Versuche Saussure's betreffend, nach welchen sich ergibt, daß eine Pflanze, der man mehrere aufgelöste Stoffe darbietet, verhältnißmäßig mehr Wasser als aufgelösten Stoff absorbirt, und von dem einen in demselben Wasser gelösten Stoff mehr eindringen läßt als von einem zweiten, — so hat er selbst eine höchst scharfsinnige Schlußfolge daraus gezogen, indem er annahm, daß diese nicht wegen einer Art von Verwandtschaft, sondern wegen der geringern oder größern Flüssigkeit der gelösten Substanzen statt finde. Er schrieb somit der Feinheit des Filtrums, welches die Pflanzenmembran darstellt, eine Wirkung zu, von der die Endosmose eine noch viel mächtigere Ursache ist *).

Kreislauf.

§. 262. Aufsteigender Saft. Die Flüssigkeit aus der Erde ist in die Wurzeln durch ihre Enden eingedrungen. Von diesen aus muß sie durch einen ganz ähnlichen Vorgang in die unmittelbar oberhalb gelegenen Zellen, und von diesen wieder in die zunächst darüber stehenden gelangen u. s. f. So steigt sie denn allmälig in der Wurzel weiter, bis sie in den Stengel gelangt, wo sie ihre aufsteigende Bewegung fortsetzen muß. Denn wir sind berechtigt, die Pflanze mit einem endosmotischen Apparate zu vergleichen, in welchem die Erde die Rolle des mit Wasser gefüllten Behälters spielt; dieser Apparat ist um so kräftiger, als sein oberhalb des Behälters befindlicher Theil nicht eine hohle, unbelebte und unthätige Röhre ist, sondern ein Gewebe, das mit einer Menge Ablagerungen von Stoffen angefüllt ist, die denjenigen ähnlich sind, welche die Thätigkeit der Wurzel hervorriefen, so daß sie statt sich zu erschöpfen, stets erneuert wird. Die Flüssigkeit hat in dem Maßstabe als sie aufsteigt und sich an Menge vermehrt, nicht an Dichtigkeit verloren, im Gegentheil hat sie von den festen Stoffen, auf die sie auf ihrem Wege zu wirken Gelegenheit hat, einen Theil aufgelöst, und wird somit immer dichter. Solchergestalt von ihrem Eintritte in die Pflanze an verändert nimmt sie den Namen Saft, Nahrungssaft, roher Saft (sève) an. Bohrt man einen Baum in verschiedener Höhe mit einem Bohrer tief an und sammelt man mittelst eingesteckter Röhren und untergestellter Gefäße den Saft aus jedem Bohrloche besonders, so kann man sich leicht überzeugen, daß er desto dickflüssiger ist, d. h. desto mehr aufgelöste Stoffe enthält, je höher oben man ihn gewinnt. Später werden wir sehen, welche Veränderungen in seiner Zusammensetzung vorgegangen sind, und auf welche Art man diese beweist.

§. 263. Wir haben bis jetzt so gesprochen, als wenn die ganze

*) Hier kömmt wohl Alles darauf an, welche Verwandtschaft die in den Zellen und im umgebenden Medium, Wasser oder Erde, befindlichen Stoffe mit einander haben, ob also diese eine Art Wahlvermögen haben, was am Besten durch gut geleitete zahlreiche Versuche mit dem endosmotischen Apparate ermittelt würde.

Pflanze nur aus Zellen bestünde, wie dieß bei manchen Pflanzen auch wirklich der Fall ist. Wir wissen aber, daß in den mit Samenlappen versehenen Pflanzen sich in dem Zellengewebe zahlreiche Gefäße zeigen, die der Richtung der Axen folgen. Es ist leicht einzusehen, wie die Fortbewegung des Saftes, der von unten immerwährend nach oben gedrängt wird *), durch diese langen Kanäle in denen er kein Hinderniß findet, mächtig beschleunigt werden muß, und wie er solchergestalt durch sie lange Strecken schnell durchlaufen kann, die er von Zelle zu Zelle nur sehr langsam zurückgelegt hätte **).

§. 264. Erinnern wir uns hier, daß die Axe der Wurzeln ihrer ganzen Länge nach von Gefäßbündeln eingenommen wird, die man bis hart an die Wurzelenden verfolgen kann, an denen die Aufsaugung beginnt. Die aufgesogene Flüssigkeit stößt daher fast alsogleich auf diesen viel schnelleren Weg, und dieß ist denn ohne Zweifel ein Grund mehr, warum der Effekt der Aufsaugung durch die Wurzelenden viel schneller ist und sich viel geschwinder in der ganzen übrigen Pflanze bemerklich macht.

§. 265. Die Physik lehrt uns, daß in sehr feinen Röhren, die man Haarröhrchen nennt, die innere Wand derselben auf die sie benetzende Flüssigkeit eine Anziehung ausübt, die einen Theil der Wirkung der Schwere vernichtet, und die Flüssigkeit über das Niveau steigen macht, das sie ohne diese Anziehung in einer weitern Röhre erreicht haben würde. Der größte Theil der Gefäße in den Pflanzen sind nun vermöge ihres geringen Durchmessers, eben so viele Haarröhrchen, die die enthaltene Flüssigkeit auf eine gewisse Höhe steigen machen und diese Kraft mit der der Endosmose vereinigen. Ehe man die letztere kannte, schrieb man der Capillarität oder Haarröhrchenkraft die aufsteigende Bewegung des Saftes zum größten Theile zu, ohne aber alle weitern sie begleitenden Erscheinungen damit genügend erklären zu können.

Taucht man das Ende eines glatt und rein abgeschnittenen Zweiges in Wasser oder eine andere hinlänglich dünne Flüssigkeit, so dringt sie durch die klaffenden Oeffnungen der durchschnittenen Gefäße in diese hinein, und steigt unmittelbar durch die Haarröhrchenkraft bis zu einer gewissen Höhe. Man begreift, daß bei diesem Durchgange die Endosmose durch die Wände der Gefäße und der um-

---

*) Dieß ist sehr uneigentlich ausgedrückt. Er wird nicht von unten hinauf gedrängt, sondern von oben hinaufgezogen.

**) Dieses Aufsteigen des Nahrungssaftes durch die Gefäße geschieht nach Einigen nur zu gewissen Zeiten, nach Schleiden nur so lange sie ihre vollkommene Ausbildung nicht erlangt haben. Die ausgebildeten Gefäße führen nach ihm keinen, wie allerdings der Augenschein lehrt. Doch dringt nach ihm zuweilen regelwidriger Weise im Alter auch bildungsfähige Flüssigkeit, und erzeugt in ihnen Zellen, z. B. in den porösen Gefäßen der Ulme und Eiche, in den Spiralgefäßen alter Cannastämme. Gegen das Saftführen der Gefäße spricht auch noch die Thatsache, daß die Knospen, Staubfäden, große Parenchymmassen, in denen das lebhafteste Wachsthum statt findet, keine Gefäße besitzen, und daß sie endlich 5 Klassen der Pflanzen ganz fehlen. Die Gefäßbündel sind wohl Erzeugniß, nicht aber Ursache lebhafter Saftströmung.

gebenden Zellen hindurch wirkt, so daß das abgeschnittene Ende die Stelle der aufsaugenden Wurzel vertritt *). Dieß ist auch die Ursache, warum die Gärtner beim Verpflanzen von Gewächsen, deren Würzelchen an ihren Enden durch längeres Verweilen an der Luft ausgetrocknet und zur Aufsaugung unfähig geworden sind, darauf bedacht sind, die Wurzeln aufzufrischen (rafraîchir), d. h. sie bis zu der Stelle abzuschneiden, wo sie noch saftig und voll Leben sind. Aus demselben Grunde ist es auch möglich, Pflanzen durch Stecklinge zu vermehren, indem man das Ende eines Zweiges in einem feuchten Mittel (gewöhnlich in feuchter Erde, auch wohl in Moos oder in Wasser) befestigt, wo er nun durch seine Schnittfläche so lange die Flüssigkeiten aufsaugt, die ihn am Leben erhalten, bis er Zeit gewinnt, Adventivwurzeln zu treiben, und somit in die Verhältnisse einer bewurzelten Pflanze einzutreten. Daß sich abgeschnittene Blumen oft mehrere Tage frisch erhalten, wenn man ihre Stengelenden ins Wasser stellt, ist jedem Leser eine altbekannte Sache. Die Nothwendigkeit, die in die Flüssigkeit gesteckten Enden scharf und rein abzuschneiden, hat ihren Grund darin, daß die Mündungen der Gefäße offen bleiben müssen und daß diese durch die Quetschung beim Zerreißen, Zerbrechen oder Zerschneiden mit einem stumpfen Messer verstopft werden. Die Haarröhrchen (Gefäße) der Pflanzen sind für die eindringenden Flüssigkeiten ein so bequemer Weg, daß sie ihn viel leichter zurücklegen, als den durch die Zellenwände hindurch. Sie können daher auch eine Flüssigkeit aufnehmen, die eine Substanz in einem sehr fein zertheilten Zustande enthält, einen Farbestoff zum Beispiel; man hat sich diese Eigenschaft zu Nutze gemacht, um den Gang des Saftes in ihnen zu beobachten, und man kann ihn so gefärbt ohne Schwierigkeit überall hin verfolgen. Man muß aber mit seinen Schlußfolgerungen daraus sehr vorsichtig und behutsam seyn, indem alle Vorgänge sich dann nicht in derseben Art ereignen, wie im regelmäßigen und gewöhnlichen Leben der Pflanze, wo die Aufsaugung durch die Wurzel Statt findet, und zugleich durch die Gefäße und von Zelle zu Zelle vor sich geht.

§. 266. Die Endosmose und die Haarröhrchenkraft sind indessen nicht die einzigen Kräfte, die den Saft nach aufwärts bewegen. Es ist leicht vorauszusehen, daß ein Moment eintritt, wo sie ihre ganze Wirksamkeit aufgeboten und erschöpft haben, und daß dann eine Art Gleichgewicht und Stillstand in sämmtlichen Flüssigkeiten der Pflanze eintreten muß. Obschon dieß nun bis zu einem gewissen Punkte Statt findet, und nach einer Periode der größten Thätigkeit diese Bewegung bedeutend langsamer wird, und in einigen Theilen ganz aufhört, so dauert sie doch in andern nichts destoweniger fort, und die aufsaugende Thätigkeit der Wurzeln wird auf derselben Stufe erhalten.

---

*) Diese rohen Versuche mit abgeschnittenen Zweigen beweisen für diesen Fall gar nichts. Es ist klar, daß ein zerschnittenes Gefäß sich ganz anders verhalten muß, als ein unversehrtes in seinem natürlichen Zustande. Daß es im ersten Falle sich wie ein lebloses Röhrchen verhält, beweist gar nicht, daß dieß im letztern Falle auch so ist.

Man weiß, daß eine vollkommen erwachsene Pflanze aus der Erde gerissen, nur eine kurze Zeit lebend bleibt, und daß sie, wenn man ihre unversehrten oder nach dem Abwelken ihrer Enden beschnittenen Wurzeln in's Wasser steckt, von unten bis oben sich schnell wieder belebt. Es muß somit eine Anziehung und Durchlassung einer bedeutenden Menge von Flüssigkeit von einem Ende zum andern statt gefunden haben und die in der Pflanze enthaltenen Flüssigkeiten waren also nicht im Zustande des Gleichgewichtes und einer daher folgenden gänzlichen Unbeweglichkeit.

§. 267. Wir wollen eine interessante Beobachtung anführen, die diesen Gegenstand berührt. Unter den Tropen gibt es mehrere Lianen, namentlich aus der dem Wein verwandten Gattung Cissus, die von einem frischen und angenehm schmeckenden Safte strotzen. Das Wasser, das in beträchtlicher Menge aus ihren abgeschnittenen Enden herausläuft, kann als Getränk dienen und die Jäger löschen auf ihren Streifzügen durch die wilden Wälder jener Gegenden auch wirklich ihren Durst damit, woher sie denn auch den Namen Wasser- oder Jägerlianen erhalten haben. Herr Gaudichaud, der eine von ihm Cissus hydrophora benannte Art in Brasilien entdeckte, machte die Bemerkung, daß bei einem einzigen irgendwo geführten Querschnitt die beiden Schnittflächen sehr wenig Flüssigkeit liefern. In dem obern Stück der Pflanze fährt der Saft fort sehr schnell aufwärts zu steigen und man kann sich deutlich überzeugen, wie die Gefäße von unten nach oben leer werden. Dieses Aufsteigen kann unmöglich den Wurzeln zugeschrieben werden, da das obere Stück mit ihnen nicht mehr im Zusammenhange steht, und eben so wenig der Capillarität, da der Durchmesser der Gefäße zu bedeutend ist. Macht man aber zwei Schnitte in verschiedener Höhe, so daß man ein hinlänglich großes Stück des Stengels herausschneidet, so wird man sogleich aus dem Ende dieses Stückes, das man zu unterst hält, eine Menge Saft herauslaufen sehen, der somit nur den Gesetzen der Schwere folgt. Füher aber fuhr der Saft fort, sehr lebhaft nach aufwärts zu steigen. Dieß konnte natürlich weder durch eine von unten noch von der Seite her wirkende Kraft bewerkstelligt werden, es konnte nur eine oberhalb des Schnittes sitzende Ursache anerkennen, die die Flüssigkeit nach aufwärts zog.

§. 268. Es hat keine Schwierigkeiten zur Kenntniß dieser neuen Kraft zu gelangen. Die Pflanze ist in einer gewissen Höhe mit einer größern oder geringeren Menge Knospen besetzt. Sobald sie sich zu entwickeln anfangen, ziehen sie aus dem Stengel oder dem Aste, an dem sie sitzen, die zu ihrer Ernährung bestimmten Stoffe, deren Menge mit der Größe der aus ihnen entwickelten Aeste im Verhältnisse stehen muß. Die Blätter zeigen sich, breiten sich in der Luft aus, und werden vermöge ihrer von Spaltöffnungen vielfältig durchbohrten Oberfläche der Sitz einer kräftigen und bedeutenden Verdunstung. Alles, was nun durch die Blätter, so wie auch durch die junge Rinde des Zweiges ausdünstet; alles, was zur Bildung und Ernährung neuer Theile verbraucht wird, wird von der Masse der in dem Stengel enthaltenen Flüssigkeiten weggenommen; es entstehen daher nahe der

Oberfläche und am Ursprung jedes Zweiges leere Räume, die sich sogleich mit einer verhältnißmäßigen Menge von Saft anfüllen, der aus dem Stengel entnommen, und der nun selbst wieder zu gleicher Zeit durch den der nächst liegenden Theile ersetzt wird, wodurch von Theil zu Theil ein von der Wurzel ausgehender aufsteigender Strom hergestellt wird, den diese wieder durch ihre Auffaugung aus dem Boden unterhalten und den oben geschehenen Verlust stets ersetzen muß *). Es ist unnöthig, erst zu erklären, daß der Zustand der Luft, ihre Wärme oder Kälte, Feuchte oder Trockenheit, Dunkelheit und der volle oder durch Wolken gedämpfte Sonnenschein auf die Ausdünstung der Pflanzen einen Einfluß ausüben.

§. 269. Wir wollen nun die verschiedenen Phasen betrachten, die die Aufeinanderfolge der Jahreszeiten unseres Klima's in der aufsteigenden Bewegung des Saftes hervorbringt, und uns zugleich von ihnen Rechenschaft geben. Sobald im Frühjahr derjenige Wärmegrad eingetreten ist, der zur Lebensthätigkeit der Mehrzahl unserer Pflanzen nöthig scheint, sieht man bei den einen etwas früher, bei den andern etwas später, die Knospen, die über Winter auf demselben Punkte stehen geblieben, ein wenig anschwellen und zu gleicher Zeit beginnen auch die Wurzeln ihre Thätigkeit. Die erregende Kraft der Wärme, die sich an die Organe der Pflanze mittheilt, führt dieses Erwachen des pflanzlichen Lebens herbei. Zweige eines an einer Glashauswand stehenden Weinstockes, die man in dieses hineingezogen hat, entwickeln ihre Knospen und Blätter eher, als die draußen gebliebenen, die in ihrem winterlichen Zustande verharren. Es ist also nur die Wärme, die auf die Rinde und die Knospen wirkte, und deren Thätigkeit hinwieder die der Wurzeln erweckte, lange bevor sie auf die außen gebliebenen Zweige einwirken konnte. Es scheint also die Thätigkeit der Knospen der der Wurzeln voranzugehen, und sie mag zu dieser

---

*) Diese Saugekraft der Knospen und der Blätter kann man leicht ersichtlich machen, indem man das untere Ende eines Zweiges in eine Flüssigkeit taucht, von der man die innerhalb einer gewissen Zeit aufgesogene Menge bestimmt (§. 292). Neuerlich in einem großen Maßstabe angestellte Versuche haben bewiesen, daß sie sehr bedeutend ist, und die vorausgesetzten Gränzen noch überschritt. Herr Boucherie wollte den Hölzern mehrere für den Gebrauch ausgezeichnete Eigenschaften geben, sie unveränderlich, oder härter, oder biegsamer, oder unverbrennlich machen, in verschiedenen Tönen färben, und trachtete zu diesem Endzweck das Gewebe des Holzes mit Auflösungen solcher Substanzen zu tränken, die entweder mit den Stoffen der Pflanze selbst oder mit später hineingebrachten anderen Lösungen sich verbänden und seine Eigenschaften so veränderten, wie es der jemalige Zweck erforderte. Er hatte die glückliche Idee, sich zu diesem Behuf der Kraft zu bedienen, die uns hier so eben beschäftigt, und zeigte, daß sie hinreichte, um eine Flüssigkeit von der Basis des Baumes bis an seinen Gipfel allenthalben hinzuschaffen, wenn man das untere abgeschnittene Ende mit ihr in Berührung bringt. Es ist nicht einmal nöthig, daß der Baum mit allen seinen Aesten und Blättern versehen sey, — ein Büschel am Gipfel genügt, um diese hebende Kraft auszuüben; und diese Eigenschaft dauert, jedoch allezeit schwächer werdend, etwa durch 14 Tage nach dem Fällen des Baumes. Alle Gewebe sind mit der Flüssigkeit durchdrungen, außer der Kern, wenn er sehr hart ist.

wohl beitragen, was leicht erklärlich ist, indem die Luft sich eher erwärmt als die Erde. — Hat die Auffsaugung der Wurzeln einmal sich in Zug gesetzt, sey es nun, daß sie unmittelbar in deren Enden begonnen habe oder von den Knospen aus auf sie fortgepflanzt sey, so geht sie mit großer Lebhaftigkeit vor sich, deren Wirkung man aber erst bedeutend viel später an den Wurzeln wahrnimmt. In dieser Zeit, wo der Baum seiner Blätter beraubt ist und die jungen Triebe von fast undurchdringlichen Hüllen umgeben sind, muß die Endosmose die fast ausschließlich wirkende Kraft seyn, selbst wenn man voraussetzen will, daß sie von einer vorangegangenen Lebensbewegnng der Knospen angeregt worden sey. Bevor sie die zu deren Entwicklung und Ernährung bestimmten Säfte bis zu ihnen gebracht hat, muß sie in dem ganzen Zwischenraume zur Flüssigmachung und Bereitung der Säfte thätig gewesen seyn, die sie in Bewegung setzt. Die Menge der das vorhergehende Jahr hindurch mehr oder minder dichten und fest gewordenen, und im Innern der Pflanze den Winter hindurch angehäuften Stoffe, die sich nur in dem Maße, als der Saftstrom an sie kömmt, erweichen und auflösen, ist eine mächtige Anlockung für die Flüssigkeiten, die die Endosmose unaufhörlich von der Erde in die Wurzel führt. Sie müssen somit in großer Menge und mit außerordentlicher Kraft hinaufsteigen. Man überzeugt sich davon, wenn man den Saft wie eine Quelle aus jeder Wunde oder Schnittfläche eines Stengels laufen sieht, oder, wie man sagt, im Frühlingssaft ist. Diesen wässrigen Ausfluß beim Beschneiden nennt man beim Wein die Thränen, oder man sagt der Wein weint. Da dieser Ausfluß auch an einem ganz blattlosen selbst knapp am Boden abgeschnittenen Stück Stamm sehr stark ist, so kann man diese Erscheinung unmöglich einem Zug des Saftes zuschreiben, der von der saugenden Kraft der Knospen oder der Ausdünstung der Blätter verursacht ist. Fügt man eine Röhre an das abgeschnittene Ende des Stammes, so sieht man den Saft darum auf eine bedeutende Höhe steigen. Der Engländer Hales, dem man eine Menge eben so sinnreicher als genauer Versuche zur Bestimmung der Saftbewegung in den Pflanzen verdankt, die er in seiner »Statik der Pflanzen« niedergelegt hat, wandte zur Bestimmung der Kraft und Schnelligkeit des Aufsteigens des Saftes dieselbe Vorrichtung an, deren sich später Dutrochet zur Berechnung der Kraft der Endosmose bedienen mußte, eines zweimal gebogenen Rohres nämlich, dessen einer absteigende Schenkel an den zum Versuche dienenden Stamm befestigt und dessen nach unten gehende Krümmung mit Quecksilber gefüllt ist, welches nun von dem in den innern Schenkel sich anhäufenden Safte vorwärts getrieben wird und in dem äußern Schenkel in die Höhe steigt, und durch die Höhe der Flüssigkeits-Säule den Werth (der Kraft) anzeigt, den man sucht. (Fig. 220). Hales sah nun das Quecksilber fast einen Meter (etwa 3 Schuh) hoch steigen, was so viel ist als 14 Meter einer gleich dicken Wassersäule, und er hat berechnet, daß die Kraft, die den Saft im Weine so vorwärts treibt, vier- bis fünfmal so groß ist, als die der großen Aorta oder Hauptblutader eines Pferdes, oder gleich dem Druck von $2\frac{1}{2}$ Atmosphäre.

§. 270. Die Knospen entwickeln sich, die Blätter breiten sich aus, und ihre Wirkung vereinigt sich nun mit der der Endosmose, die sich allmälich theilweise erschöpfen mußte, weil die aufsteigende Bewegung endlich langsamer und schwächer wird. Durch Versuche, die den vorigen ähnlich sind, kann man nun den Einfluß der neuen Kraft bemessen, den sie, mit der Endosmose gemeinschaftlich wirkend, auf die aufsteigende Bewegung ausübt. Befestigt man nun an das untere Ende eines Zweiges eine lange mit Wasser gefüllte Röhre, und bringt deren Ende in ein Quecksilberbad, so wird der Zweig eine gewisse Menge Wasser heraufpumpen, die durch eine gleichlange Quecksilbersäule angezeigt werden wird. Man verändert den Zustand des Astes, der dicht oder wenig belaubt oder eines Theiles seiner Blätter beraubt seyn kann, während wieder die Atmosphäre in Bezug auf Feuchte und Trockenheit wechselt, man beobachtet zu verschiedenen Stunden des Tages und der Nacht, und man bemerkt, daß alle Umstände, die einen Einfluß auf den Grund der Ausdünstung haben, einen ähnlichen auf die Menge des in die Höhe gepumpten Wassers nehmen. Je stärker die Ausdünstung, desto mehr Wasser wird aufgepumpt *).

§. 261. Unterdessen haben sich die Zweige sammt ihren Blättern nach und nach entwickelt, sie haben allmälich ihr vollkommenes Ausmaß und die Festigkeit erreicht, die ihnen in dieser Periode zukömmt, welche wir die des Erwachsenseyns nennen können. Zu gleicher Zeit erzeugen sich neue Gewebe in gewissen inneren Theilen der Pflanze. Sie ist nun in jene Art von Gleichgewicht gekommen, von der wir früher sprachen, ein Gleichgewicht, unter dem nicht die Unbeweglichkeit des Saftes, sondern nur eine verlangsamte Bewegung desselben begriffen wird, wie sie eben hinreicht, sobald es sich nur darum handelt, nur zu ernähren und zu erhalten, die Verluste zu ersetzen, die das Leben selbst herbeiführt, zu vollenden, was noch auf einzelnen Punkten mangelt, und Organe zur Entwicklung im künftigen Jahre vorzubereiten.

§. 272. Wenn alles dieses bei vorangeeilter Jahreszeit zeitig begonnen und vollendet ist, so kann es geschehen, daß die Stoffe gewissermaßen zu früh bereitet sind, in einer Jahreszeit nämlich, die nicht weit genug vorgeschritten ist, und die ihnen also die Bedingnisse zu ihrer vorzeitigen Entwicklung darbieten kann. So sieht man häufig gegen Ende des Sommers einige der neu gebildeten Knospen sich entwickeln und treiben, also einige Erscheinungen des Frühjahres auftreten und mit ihnen die aufsteigende Bewegung des Saftes sich für einige Zeit von Neuem beleben; man nennt dieß den Sommertrieb (Augustsaft, sève de août).

§. 273. Bald hört dieser auch auf. Während des Herbstes ver-

*) Diese Wirksamkeit der Verdunstung ist am Ende doch auf nichts Anderes zurückzuführen, als auf die Endosmose. Durch die Verdunstung wird natürlich der Inhalt der mehr nach außen und oben liegenden Zellen dichter, und der endosmotische Prozeß gegen die innerhalb liegenden, also vor Verdunstung geschützteren, geht desto lebhafter fort, jemehr die äußern ausdünsten und ihren Inhalt concentriren.

mindert sich die Ausdünstung durch die Oberfläche immer mehr und mehr, die Gewebe werden fest und trocken, die Blätter sterben nach und nach ab und fallen ab und der Baum kömmt allmälich in jenen Zustand der Ruhe, in welchem das Leben gänzlich still zu stehen scheint. Mit ihren Ursachen hat auch die Bewegung des Saftes aufgehört, und es tritt ein mehr oder minder vollkommener Zustand der Ruhe desselben den ganzen Winter hindurch ein.

§. 274. Um den verschiedenen Phasen der Bewegung des aufsteigenden Saftes folgen zu können, haben wir Beispiele gewählt, wo sie sich am deutlichsten und vollkommensten zeigen, oder wo sie wenigstens am Besten von uns gekannt sind, an den Bäumen nämlich unserer gemäßigten Zone. Das, was in einem ihrer Zweige vor sich geht, muß auch ziemlich eben so in einer ganzen krautartigen Pflanze statt finden, nur mit größerer Lebhaftigkeit, indem sie sich für gewöhnlich verästelt, und so im Verlaufe desselben Jahres mehrere Generationen von Knospen hervorbringt. Bei den Gewächsen wärmerer Zonen wechseln diese Epochen, und unter den Tropen scheinen die Zeiträume der Ruhe fast Null zu werden und der Saft sich beinahe immerwährend zu bewegen. Leider beruht unser Urtheil über diese nur auf dem äußern Ansehen, und die Veränderungen in den Jahreszeiten, statt auf direkten gründlichen Beobachtungen und Versuchen, die ein so großes Interesse bieten würden.

§. 275. Ein wichtiger Punkt bleibt uns noch aufzuklären übrig, welchen Weg nämlich eigentlich der Saft durch die Menge der im Stamme vereinigten Elementarorgane bei seinem Aufsteigen nimmt. Der Frühjahrsaft überschwemmt (envahit) gleichsam alle Gewebe, indem er die Zellen, die Fasern, die Gefäße und die Zwischenzellengänge *) anfüllt. Er steigt fast gänzlich durch den Holzkörper auf, wovon man sich durch den Anblick eines eben abgeschnittenen Astes überzeugen kann. Man sieht die Flüssigkeit auf der Schnittfläche aus dem ganzen Holzkörper ausströmen, so lange er jung ist; ist er älter, so findet dieß nur in dem äußern Ringe statt, der noch im Zustande des Splintes ist **). Nach dem Frühlingssaft sind viele Gefäße leer, wovon man sich überzeugt, wenn man sie unter Wasser untersucht, wo man an den heraussteigenden Luftbläschen leicht sieht, daß sie mit irgend einer Gasart gefüllt sind. Es muß daher die Bewegung des Saftes, zum größten Theil wenigstens, durch das Zellengewebe ihren Weg nehmen ***), aber langsam und unmerklich, indem

---

*) Gegen die Fortschaffung des Saftes in den Zwischenzellengängen erklären sich, nach der Entwicklung, Vorkommen und Bau derselben, die bedeutendsten Autoritäten, und rechnen sie zum Respirationssystem, indem sie ein zusammenhängendes System von Canälen bilden, das mit den Intercellularräumen und den Luftkanälen in Verbindung steht.

**) Immer füllen sich die innern, also ältern Theile des Holzkörpers zuerst mit Saft, und es gibt daher das reife Holz gewöhnlich mehr Saft als der Splint (worauf der Verf. in §. 262 selbst hinweist), bis die Elementarorgane durch Veränderungen ihrer Membran unwegsam werden, wo dann freilich die Saftleitung aufhört.

***) Der Verfasser scheint in §§. 263, 264 und ff. mehr Gewicht auf die Bewegung des Saftes durch die Gefäße zu legen, als er hier thut.

die Pflanze dann gleichsam mit Flüssigkeiten gesättigt ist, und sich beiläufig so verhält, wie ein mit Wasser gefüllter Behälter, der an seinen beiden Enden eine kleine Oeffnung besitzt, durch deren eine eine kleine Menge Wassers herausfließt, während er durch die andere neues empfängt, ohne daß natürlich eine merkbare Strömung dadurch erzeugt wird. Wird durch irgend eine Ursache dieses Gleichgewicht gestört, wie z. B. durch einen nach langer Trockenheit erfolgenden Regen oder durch eine Entwicklung neuer Knospen, so muß sich die aufsteigende Bewegung des Saftes wieder beleben, und der Saft selbst wieder die für eine Zeit verlassenen Wege einschlagen.

§. 276. Absteigender oder verarbeiteter Saft. Der Saft ist nun, mit allen Stoffen, die er auf seinem Wege aufgelöst und in sich aufgenommen hat, in den jungen Zweigen angekommen; vermittelst des Zellgewebes der Markstrahlen und des Rindenparenchyms dringt er dann bis an ihre Oberfläche, und endlich kömmt er auf schnellerem Wege, durch die Gefäße und das Parenchym bis an die Oberfläche der Blätter. Diese grünen Flächen stehen mittelst der mehr oder minder zahlreichen Spaltöffnungen in unmittelbarer Communication mit der Luft, die durch sie eindringen und in dem Labyrinth der Lücken des unterhalb liegenden Zellgewebes circuliren kann. Der Saft ist nun also nur durch sehr feine Häutchen, die Zellenwände, von der atmosphärischen Luft getrennt, durch welche hindurch die Stoffe beider auf einander wirken, sich austauschen, neue Verbindungen hervorrufen, und mit einem Worte, sich bedeutend verändern können. Wir werden später im Abschnitte über die Athmung und Ernährung ausführlich erfahren, welches diese Veränderungen sind. Für jetzt ist es genug, nur zu sagen, daß sie überhaupt statt finden, und daß der Saft zugleich mit dem Verlust eines Theils seines Wassers, das in Dampfform entweicht, auch seine Beschaffenheit ändert.

Durch eine Untersuchung der einzelnen Theile kann man leicht die Uiberzeugung gewinnen, daß die Blätter und die junge Rinde Säfte enthalten, die von dem bis jetzt besprochenen Safte verschieden sind. Im Innern der Zellen werden sie von dem Chlorophyll (§. 24) mehr oder minder grün gefärbt, und aus den Gefäßen und den Lücken der Rinde sieht man eine dickere oft gefärbte Flüssigkeit austreten. Sie unterscheidet sich von dem erwähnten rohen Safte eben so sehr durch ihre inneren Eigenschaften als durch ihr Aussehen. Die Wolfsmilch der Canarischen Inseln liefert ein heftiges Gift, welches der Milchsaft ihrer Rinde ist; nach Entfernung dieser aber saugen die Eingebornen aus dem Holzkörper den aufsteigenden Saft als ein durchsichtiges, vollkommen unschädliches Getränke.

Hat nun dieser Saft der Rinde wie der andere eine allgemeine Bewegung? — Wenn man einen Stengel da durchschneidet, wo er gefärbt ist, so sieht man, daß die untere Fläche des Schnittes im Vergleich zur obern sehr wenig Saft liefert. Schneidet man einen Ring aus der Rinde, so sieht man ihn an dem obern Rande der Wunde hervorquellen und sich ansammeln und wenig oder fast gar nicht am untern. Unterbindet man den Stamm fest, so sieht man nach Verlauf einiger Zeit die Rinde oberhalb der Unterbindung an-

schwellen und einen Wulst bilden, während sie unterhalb unverändert bleibt und der Stamm denselben Durchmesser behält. Es fließt also der Saft in der Rinde von oben nach unten, in entgegengesetzer Richtung mit dem aufsteigenden rohen Safte. Er hat deßhalb den Namen absteigender Saft (sève descendante) erhalten und man nennt ihn auch assimilirten (verarbeiteten) Saft (sève elaborée) genannt, wegen der organischen Veränderungen, die er erlitten hat, um neue Eigenschaften zu erlangen.

§. 277. Wir haben im §. 73 gehört, daß die Rinde aus Parenchym, aus verlängerten Fasern (denen des Bastes [§. 78]) und aus Milchsaftgefäßen (§. 14) besteht. Der in den letztern enthaltene Saft, der Milchsaft, ist häufig gefärbt, und in diesem Falle dann allgemein unter dem Namen des eigenen Saftes (succus proprius) bekannt. Anderemale aber führen dieselben Gefäße einen ungefärbten Saft, der aber dieselben Beschaffenheiten zu besitzen scheint, und einige Beobachtungen zeigen sogar, daß dasselbe Gewächs, welches in kalten und gemäßigten Klimaten einen ungefärbten Milchsaft besitzt, in warmen einen gefärbten gibt. In allen Fällen aber besteht er auf gleiche Weise aus außerordentlich kleinen, ungleich großen Körnchen und einer Flüssigkeit, in der diese herumschwimmen. Die Gegenwart dieser Körnchen und die Durchsichtigkeit der Wände der Lebenssaftgefäße machen es möglich, die Bewegungen desselben unzweifelhaft durch das Mikroskop wahrzunehmen. Man bringe z. B. ein junges möglichst zartes und durchsichtiges Blatt des Schöllkrautes (Chelidonium majus), das an allen unsern Mauern wächst, und sich sogleich durch seinen orangegelben Saft kenntlich macht, unter einer dünnen Glasplatte auf den Objektenträger, und sorge dafür, daß es ungestört mit der Pflanze in Verbindung bleibe, somit an ihrem Leben Theil nehme, und zur Verhütung des Austrocknens befeuchtet werde. Betrachtet man es nun mit Beleuchtung von unten unter einer starken Vergrößerung, so bemerkt man innerhalb desselben kleine Strömchen (Fig. 221) einer körnigen Flüssigkeit, von denen einige in einer andern, oft der erstern entgegengesetzten Richtung gehen, einige isolirt bleiben, andere sich einander nähern, sich vereinigen und in einander fließen. Hat man ein hinlänglich großes Gesichtsfeld, so erkennt man, daß diese Strömchen sich eines an das andere fügen, und so ein Netz bilden; es ist dieß das Netz der Lebenssaftgefäße (Fig. 56, 57), der Milchsaft steigt in einem Gefäßzweige herunter, um in andere wieder herauf zu steigen, und man erblickt somit einen wahren Kreislauf (Circulation), der sich ganz dem in dem Haargefäßnetze der Thiere vergleichen läßt (??). Herr Schultz, dem man die Entdeckung desselben verdankt, schlägt den Namen Cyklose dafür vor (κυκλωσις das Umringen, Umzingeln).

Wenn auch die Richtungen der partiellen Strömchen abändert, so ist es doch wahrscheinlich, daß ihre Hauptrichtung nach abwärts geht, weil unwiderleglich die allgemeine Bewegung von oben nach unten gerichtet ist, wie wir es durch angeführte Versuche bewiesen haben. Die Cyclose selbst aber muß, indem sie die Berührung des Lebenssaftes mit dem von ihm durchzogenen Gewebe verlängert und

vermehrt, die Wirkung, die durch seine Anwesenheit erzeugt wird, bedeutend vermehren.

§. 278. Welches ist nun die Kraft, die den Lebenssaft treibt? Man hat eine Menge der verschiedensten Erklärungen dafür an den Tag gebracht, eben weil man keine einzige wirklich genügende auffand. Die Einen machten eine rein physikalische Erscheinung daraus, wie Hr. Amici, der diese Bewegung allein der Wärme zuschrieb, die auf die Gefäße wirken sollte, wie auf ein Thermometer, indem er zeigte, daß man die Richtung der Strömchen umkehren kann, wenn man einen etwas stärker erwärmten Körper in die Nähe bringt. Wie aber soll der Einfluß der Wärme allein die Bewegung nach einer stetigen Richtung bewirken, da sie doch nothwendigerweise auf eine solche Menge unregelmäßig hin- und herstehender Flächen, wie die Aeste und Blätter eines Baumes, sehr ungleich wirken muß.

Ohne ihren Einfluß ganz läugnen zu wollen, ist es doch nicht wohl thunlich, sie als die einzige Ursache anzuerkennen. Andere Physiologen haben eine wechselweise Anziehung und Abstoßung der Körnchen unter einander, oder in ihrer Gesammtheit gegen die Wände angenommen, eine Voraussetzung, für deren Annahme kein einziger Beweis durch eine Beobachtung spricht. Andere sprechen wieder von einer Zusammenziehung der Wände; diese Zusammenziehung dürfte aber nie in einem Kanal seiner ganzen Länge nach erfolgen, sonst müßte sie, wenn ein solches Kanälchen an beiden Enden offen ist, die Flüssigkeit bei beiden Enden hinauspressen, während sie doch nur bei dem einem hinausläuft, nach dem zu der Strom gerichtet ist. Die Zusammenziehung müßte also an einem Ende beginnen und zum andern allmälich fortschreiten; es läßt sich aber oft nachweisen, daß die Kanälchen mit den umgebenden Geweben fest verwachsen, und oft so verschmolzen sind, daß manche Autoren sogar die Existenz eigener Wände läugnen und vermuthen, daß der Lebenssaft in den Zwischenzellengängen circulire. Soll man nun voraussetzen, daß die Endosmose auch hier wirke, daß der dünnflüssigere, rohe Nahrungssaft vom Holzkörper in die Rinde kommend, in die mit einer dickern Flüssigkeit gefüllten Lebenssaftgefäße dringe, und daß er, seine Wirksamkeit an den obern Enden, wo der Milchsaft bereitet wird, beginnend, diesen nothwendigerweise in entgegengesetzter Richtung nach den untern Enden treibt? Jedenfalls herrscht über die bewegende Kraft des Lebenssaftes noch stets ein tiefes Dunkel, und wir mußten uns begnügen, hier die verschiedenen Hypothesen darüber aufzuführen, ohne uns zu irgend einer geradezu zu bekennen.

§. 279. Die Bewegung dauert auch in solchen Theilen noch ziemlich lange fort, die man von der Pflanze los getrennt hat. Auf diese Weise beobachtet man sie auch am bequemsten und leichtesten, so z. B. an einem dünnen Blättchen der jungen Rinde, von der man die Oberhaut abgelöst hat, wie an der des Bergahorns (Acer platanoides; érable sycomore) und an den meisten Feigenarten [besonders an Ficus elastica, religiosa], an dem Nebenblatte, das die Endknospen der letztgenannten Pflanzen umschließt, an der Blumenkrone der Zaunwinde (Convolvulus sepium). Das zur Beobachtung

bestimmte Stückchen muß stets auf einen Tropfen [reines] Wasser gebracht werden, um seine Austrocknung zu verhüten, die natürlich aller Bewegung ein Ende macht.

Die Milchsaftgefäße findet man zumeist in der Rinde, nahe am Baste, entweder nach außen, oder noch viel häufiger nach innen, und man kann sie darin bis in die Wurzelenden verfolgen. Man findet einzelne aber auch allenthalben zerstreut, sogar im Marke, wie wir dieß schon im §. 60 zu erwähnen Gelegenheit hatten.

§. 280. Es bleibt uns noch übrig, in der Rinde die Rolle der Bastfasern zu untersuchen. Hr. Mirbel betrachtet sie als einen Theil des Systems der Lebenssaftgefäße, von denen sie sich äußerlich durch ihre Einfachheit, ihren Mangel an Verzweigung und durch die Beschaffenheit ihrer Wände, die denen der Holzfasern im Holze sehr ähnlich sind, unterscheiden *). Die Meinung Hr. Mirbel's findet eine Bestättigung in den Uibergangsformen, die man zuweilen zwischen den Bastfasern und den Lebenssaftgefäßen findet, wie z. B. in einer großen Zahl Apocyneen und Asklepiadeen (Schwalbenwurzel **); die erstern können sogar in diesen und in vielen andern Pflanzen von den letztern ganz ersetzt werden, wie in den Euphorbien (Wolfsmilcharten), die eine so große Menge Milchsaft liefern. Es ist wahr, daß in der Mehrzahl der Gewächse, in denen sich der Bast in seinen gewöhnlichen Formen vorfindet, die enthaltene Flüssigkeit ungefärbt ist, und sich dadurch von dem Safte unterscheidet, den die benachbarten Milchsaftgefäße führen. Der absteigende Saft würde sich somit in zwei etwas verschiedenen Beschaffenheiten in zwei Ordnungen von Gefäßen finden, die gewöhnlich mit einander verlaufen, einander im Nothfalle ersetzen, und analog (ähnlich), aber nicht identisch (gleich) sind. Er scheint auf einem niedern Grade der Organisation in den Bastfasern zu stehen, die ihn ohne Verzweigungen und ohne Umwege und Krümmungen schneller nach unten führen.

§. 281. Sehen wir uns um, wo das Cambium, dieser Vorwurf aller pflanzlichen Organisation, abgelagert wird, so finden wir, daß es im Allgemeinen auf dem Wege der Lebenssaftgefäße geschieht. In den Stämmen der Dikotyledonen, die uns bisher allein als Beispiele aller Erklärungen dienten, findet diese große Ablagerung zwischen der Rinde und dem Holze statt, genau längs des Zylinders, der nach außen von den Bastfasern und der Anhäufung der Lebenssaftgefäße gebildet wird. Die kleine zellige Masse, die sich in der Blattachsel erzeugt, um die Knospe zu bilden, befindet sich auf dem Wege der Gefäße, die allen im Blatte gebildeten Lebenssaft zurückführen, und sich entweder im Blattstiel zusammendrängen, oder sich in einer Blattscheide ausbreiten. In den Monkotyledonen befinden sich die Fasern und Röhren, die man als den Bast und die Lebenssaftgefäße ansieht, mit in den überall im Stamm zerstreuten fibrösvaskulösen Bündeln eingeschlossen, und so bildet sich auch hier das

---

*) S. hierüber auch die Anmerkung p. 27.

**) Schleiden führt sie unter dem Namen »Milchsaft führende Bastzellen« auf.

Cambium in derartig zerstreuten Massen. Ihrer oft einzigen Endknospe muß also vor Allen der von den Blättern ihrer Vorgängerin verarbeitete Saft zu Gute kommen, und dieß ist auch, nur in noch höherem Grade der Fall bei den mit Gefäßen versehenen Akotyledonen. Uiberall schließlich endigen sich die Lebenssaftgefäße an den Wurzelenden, die der Sitz immerwährender Bildung sind.

Die Behälter oder Vorrathskammern vieler anderer verarbeiteter Stoffe befinden sich ebenfalls in Zusammenhang mit den Lebenssaftgefäßen, die sich in großer Häufigkeit um die Vorrichtungen herum befinden, von denen sie abgesondert werden. Natürlich findet man diese Behälter sammt ihrem Inhalte zumeist in der Rinde; so z. B. die Harzbehälter. Zuweilen stößt man auch an andern Orten auf sie z. B. im Marke, was Einen aber eben nicht in Erstaunen versetzen wird, wenn man sich erinnert, daß man auch die Lebenssaftgefäße in allen Theilen zerstreut findet *).

§. 272. Wir wollen kurz gefaßt noch einmal wiederholen, was wir von den allgemeinen Bewegungen der Flüssigkeiten in den vollkommensten Gewächsen wissen. Das Wasser der Erde, welches verschiedene Stoffe und Verbindungen aufgelöst enthält, dringt in die Wurzeln durch ihre Enden ein; von dort steigt es unter dem Namen des rohen Nahrungssaftes durch die Wurzeln in den Stamm, und nimmt seinen Weg durch den Holzkörper hindurch, theils geradezu durch die Kanäle, die ihm die Gefäße darbieten, theils durch die Fasern und Zellen, die er eine nach der andern allmälich durchdringt, indem er verschiedene neue Stoffe auflöst und sich aneignet. Dieser Weg von unten nach oben, und von innen nach außen führt ihn in die Blätter und an die Oberfläche der Rinde, wo er sich mit der Luft in Berührung setzt. Nachdem er nun durch diese Berührung mit der Luft, die Athmung der Pflanze, vollkommen organisirt (d. h. eigentlich organisationsfähig) ist, beginnt er einen Rücklauf, und steigt zum allergrößten Theile durch die Rinde herab, theils geradezu, theils durch eine Reihe von Windungen und Umwegen; dabei lagert er in gewissen bereits vorbereiteten leeren Räumen Massen von Stoffen ab, die zumeist zur Ernährung oder zur Bildung neuer Gewebe bestimmt sind, und kömmt nun endlich wieder an die Enden der Wurzeln, wo die Aufsaugung begonnen hatte **).

---

*) Diese aus Zwischenzellengängen später entstandenen Lücken werden wohl meist durch benachbarte absondernde Zellen mit Harz, Gummi ꝛc. gefüllt.

**) Zu allem hier über den absteigenden Saft und die Cyklose Gesagten läßt sich Folgendes bemerken. Ueber die Milchsaftgefäße und die Bewegung des Saftes in ihnen sind wir noch so im Dunkeln, daß sich gar nichts Entscheidendes sagen läßt. Gegen das Herabsteigen des Saftes erheben sich bedeutende Zweifel. Daß oberhalb eines Ringelschnittes oder einer Unterbindung sich ein Wulst erzeugt, der Ast sich verdickt u. s. w., läßt sich einfach daraus erklären, daß der durch die Endosmose bewirkte Zufluß dünnerer Säfte gehindert, der Inhalt der oberen Zellen somit concentrirt, organisationsfähiger wird und sich wirklich organisirt, d. h. neue Theile bildet. Biegt man einen Ast mit einem Ringelschnitt nieder, so bleibt der Erfolg derselbe, statt sich umzukehren, wie dieß doch bei der aufsteigenden Saftbewegung geschieht, wenn man statt des

§. 283. Bewegung in den Zellen, oder Intracellularbewegung, Rotationsströmung. Die Pflanzen, in denen wir bisher die allgemeinen Bewegungen der Säfte untersucht haben, sind mit verschiedenen Höhlungen und Kanälen versehen, in denen diese Bewegungen Statt finden. Wir wissen aber, daß es eine Menge Pflanzen von viel einfacherem Baue gibt, indem sie nur aus Zellen zusammengesetzt sind, und keine Spiral- oder Lebenssaftgefäße besitzen. Die Flüssigkeiten könnten nun nach einem Schlusse von vorn hinein vom untern zum obern Ende derselben bloß durch die Kraft der Endosmose gelangen, aber die Beobachtung lehrt uns, wenigstens bei mehreren von ihnen, daß etwas anderes als dieser rein physikalische Vorgang statt findet. Nehmen wir das bekannteste Beispiel, an dem diese Beobachtungen am leichtesten anzustellen sind, die Charae oder Armleuchter. Es sind dieß kleine in unsern stehenden Wässern häufige Pflanzen, die aus einer Reihe cylindrischer, mit ihren Enden an einander geklebter Zellen bestehen; in mehreren Arten bildet eine einzelne Zelle eine Art Zwischenknoten; in andern ist sie von andern parallel stehenden und viel engern Zellen umgeben, die eine Art Scheide um sie herum bilden, und man muß, um die mittlere Zelle gut zu sehen, die äußern durch ein leises, behutsames Schaben entfernen. Bringt man nun die entweder so bloß gelegte, oder die früher erwähnte einzelne Zelle mit einem Tropfen Wasser unter das Mikroskop, so sieht man in ihrem Innern eine deutliche, sehr leicht wahrnehmbare Bewegung. Eine große Menge Körnchen von verschiedener Größe schwimmen innerhalb ihrer Höhlung in der durchsichtigen Flüssigkeit herum, von der sie erfüllt wird, und bewegen sich mit einander längs der Wände in zwei Hauptrichtungen, die eine aufsteigend, die andere absteigend. Man erkennt bald, daß dieß das Resultat eines einzigen Stromes ist, der an einer Seite der röhrenförmigen Zelle hinaufsteigt, sich dort umwendet, um an der andern Seite zum entgegengesetzten Ende herabzusteigen, und daselbst wieder umzukehren, und von Neuem den alten Weg einzuschlagen, wodurch denn, je nach der Länge der Zelle, eine mehr oder minder gestreckte Ellipse beschrieben wird. Daher hat diese Bewegung innerhalb der Zellen den Namen Rotation, Kreisbewegung (eigentlich Bewegung in die Runde überhaupt) erhalten. Nach der ersten Jugend bekommt die Zelle eine leichte Drehung um sich selbst, und der Strom befolgt eine Richtung, die etwas schief zur Axe der Zelle ist, statt ganz parallel mit ihr zu seyn; man bemerkt dann, daß er sich längs eines von den breiten Streifen von grünen Körnchen bewegt, die die Wand bedecken, und einen Theil davon ausmachen. Unterbricht man den Zusammenhang dieser röhrenförmigen Zelle, indem man sie in der Mitte mit einem Faden oder

---

untern Endes das obere zum einsaugenden macht. Man nahm daher seine Zuflucht zur einer specifischen Lebenskraft, die ihn statt der Schwere abwärts fördert. Das Propfen (s. später) beweist noch weniger, um so mehr, als seine Erfolge nicht überall die angegebenen sind, und sehr genauer Beobachtung bedürfen.

Haar zusammenschnürt, und macht man so aus der einen Höhlung zweie, so geht die Rotation in jeder zwischen dem natürlichen und dem abgeschnürten Ende fort. Man beweist damit, daß sie nicht in dem Zwischenraum zwischen zwei Membranen Statt fand, wie mehrere Autoren glaubten, indem sie sonst durch die Unterbindung nothwendigerweise hätte aufgehalten werden müssen.

§. 284. Man fand später diese Bewegung in mehreren einfach gebauten Wasserpflanzen auf, obwohl nicht so ausgezeichnet, als in den Charen; so z. B. in den Najaden (Najas), Froschbiß (Hydrocharis) und der Vallisneria. Man sieht dieses Phänomen sehr deutlich, besonders in den Zellen, welche die Haare der Würzelchen bilden; aber auch recht gut in andern Theilen, die diese Pflanzen zusammensetzen, in den Zellen, die das Innere der Stengel und der Blätter einnehmen, und sich daher nicht in unmittelbarer Berührung mit dem umgebenden Wasser befinden. Der durch die Bewegung der Körnchen sichtbare Strom beschreibt darin ebenfalls eine Ellipse in der Richtung der Axe der Pflanze, und gewöhnlich parallel oder nur wenig schief zu der Zelle selbst. Da hier die Zellen nicht allein stehen, so kann man diese Bewegung in mehreren neben einander liegenden auf einmal übersehen, und dabei beobachten, daß jede vollkommen unabhängig von der andern ist.

§. 285. Ist nun diese Rotation in den Zellen den Wassergewächsen mit einfachem Baue allein eigenthümlich? Ausgedehnte Untersuchungen von einer Menge Pflanzen auf allen Stufen der Organisation haben, wenn sie mit hinreichendem Geschick geführt wurden, überall eine ähnliche Bewegung innerhalb der Zellen gezeigt, besonders in solchen Geweben, welche von Saft strotzten, und der Sitz eines lebhaften Wachsthumes waren. Die Pflanzen aus der Familie der Commelyneen, und besonders die virginische Graslilie (Tradescantia virginica) werden besonders aufgeführt als solche, die diese Bewegung auf eine auffallende und merkwürdige Weise in ihren gegliederten Staubfäden und in verschiedenen andern Theilen ihrer Blüte und ihres Stengels zeigen (Fig. 222).

§. 286 Es ist nicht immer bloß ein einziger Strom vorhanden, wie in den ersten Beispielen, die wir aufgeführt haben. Er theilt sich zuweilen, und obschon dann diese Theilungen nichts zu seyn scheinen, als abgelenkte Verzweigungen des Hauptstroms, so sieht man doch die innere Wand der Zelle von kleinen Strömchen gefurcht, die sich in verschiedenen Richtungen bewegen, und so eine Art sehr unregelmäßiges Netz bilden (Fig. 222, a). Man kann es mit dem der Milchsaftgefäße im Kleinen vergleichen, und Hr. Schultz geht sogar so weit, zu glauben, daß es wirklich außerordentlich feine Verzweigungen dieser Gefäße seyen, die in's Innere der Zellen eindringen. Somit wäre es in den letztern Pflanzen eine Erscheinung der Cyklose, während er für die Chara und die andern cellulären Pflanzen doch eine Rotation zugibt. Das Phänomen ist sich aber in allen Pflanzen so außerordentlich ähnlich, die wenigen Modifikationen, die sich vorfinden, sind durch so unmerkliche Uibergänge mit einander verbunden, und das Durchdringen eines Gefäßes quer durch eine

Zellenwand wäre eine so unerhörte und seltsame Thatsache, daß man allgemein darin übereinkömmt, der Kreisbewegung des Saftes in den Zellen bei allen Pflanzen der verschiedensten Organisation überall dieselbe Ursache beizulegen. Beobachtet man übrigens Zellen mit mehrfachen Rotationen längere Zeit, so nimmt man bald mehr oder minder zahlreiche und auffällige Veränderungen daran wahr. Sie haben weder stets die gleiche Richtung, noch das gleiche Bett, wie dieß doch seyn müßte, wenn sie von eigenen Kanälen umschlossen wären.

Herr Schleiden erwähnt einer Strömung in den jungen Zellen des Perispermum's von Ceratophyllum, die in der Axe der Zelle von dem einen Ende zum andern gehen, und dort ankommend und auseinandergehend sich auf die Wände zerstreuen soll. Es ist dieß die einzige Beobachtung dieser Art, und alle andere haben bisher den Verlauf der Strömchen immer längs der Wand gezeigt. Sie ist auf ihrem Wege von einer schleimigen Flüssigkeit umgeben, deren mehr oder minder große Flocken oft unter die bewegten Körnchen mit hineingerissen werden. Häufig findet sich in eben diesen Zellen der Zellenkern, und er scheint einen Einfluß auf die Strömchen auszuüben, von denen die größten wenigstens bis zu ihm hinreichen. (Fig. 222). Zuweilen geschieht es sogar, daß sie ihn losreißen und mit sich fortführen, und er scheint eine sehr ähnliche Beschaffenheit zu besitzen, wie die Materie, die sie zusammensetzt.

§. 287. Die Rotationsströmung, die man Anfangs als eine Art von Kreislauf ansah, welche nur tiefer stehenden Wassergewächsen eigen ist, und von dem es nichts Aehnliches in den Gefäßpflanzen gebe, ist nach dem, was vorausging, eine im Pflanzenreich fast allgemeine Thatsache, deren Allgemeinheit gleich auf ihre Wichtigkeit schließen läßt. Ihre Thätigkeit scheint mit dem ganzen Leben der Pflanze selbst im Zusammenhange zu stehen, und ein's wie das andere wird von denselben Umständen modificirt. Die physischen und chemischen Agentien, die die erstere beschleunigen, verlangsamen oder still stehen machen, sind ganz dieselben, die auf das Leben selbst einen ähnlichen Einfluß nehmen.

§. 288. Mehrere Pflanzen und hierunter besonders jene, deren fleischiges dickes Gewebe ihnen den Namen Fleisch- oder Fettpflanzen [z. B. Crassula, Sedum rc.] erworben hat, zeigen in ihren Zellen, statt einer bestimmten Kreisströmung, unbestimmte Bewegungen des Saftes von einem Punkt der Wand zur andern, theilweise Strömungen, die beginnen, ohne sich zu vollenden, oder die wenigstens in irgend einem Winkel der Höhlung aufhören. Es gibt überhaupt noch eine Menge Gewächse, in denen man umsonst irgend eine Spur von Rotationsströmung in den Zellen sucht. Man darf aber bei so vielen gegebenen positiven Daten aus diesen negativen keine Schlußfolge ziehen.

So verbirgt sich denn unter dem Anschein gänzlicher Unbeweglichkeit der Pflanze eine wirkliche, allgemeine, sowohl in ihren einzelnen Theilen, als in ihrer Allgemeinheit bestimmte Bewegung.

Athmung.

§. 289. Bevor wir die Erscheinungen der Athmung bei den Pflanzen besprechen, wollen wir die mit dieser Verrichtung beauftragten Organe, so wie den Werth eines Systemes untersuchen, das lange Zeit das herrschende war, und heute noch in einer Menge Bücher auftritt, das nämlich, welches den abrollbaren Spiralgefäßen die erste Rolle bei der Athmung oder Respiration zutheilt. Die äußere Aehnlichkeit dieser Gefäße mit den Tracheen der Insekten leitete auf eine natürliche Weise auf diese Idee. Man weiß, daß seitwärts am Insektenkörper eine Reihe Oeffnungen liegt, die den Eingang in Röhren gestatten, welche außen von einer Spiralfaser umgeben sind *), daß diese durch immer feiner werdende Verzweigungen sich im ganzen Innern des Körpers vertheilen, und vom Blute allenthalben umspült, dieses mit der in sie eindringenden und so allenthalben circulirenden Luft durch die dünnen Wandungen hindurch auf einander wirken lassen, wodurch also der Athmungsprozeß überall zugleich Statt findet.

Als man nun in den Pflanzen ebenfalls Gefäße mit einer Spiralfaser fand, die sich ebenfalls in dem ganzen Systeme der Aeste und der von denselben im Jahre ihrer Entstehung getragenen Blätter, d. h. überhaupt in allen grünen Theilen fand, so glaubte man, daß sie gleicherweise zu dieser Verrichtung beitrügen, oder ihr allein vorstünden. Ja, man nahm ehemals an, daß die Spiralgefäße sich sogar unmittelbar in die Spaltöffnungen mündeten, und dann wäre die Aehnlichkeit mit den Tracheen der Insekten allerdings vollkommen gewesen, und hätte die Uiberzeugung so zu sagen erzwungen. Aber dem ist durchaus nicht so, und wir wissen heut zu Tage, daß die Spiralgefäße von den Spaltöffnungen ganz getrennt sind, in den Aesten durch die ganze Dicke der zwischen der Markscheide und der Oberhaut (§. 62) liegenden Parthien, in den Blättern durch die ganze Parenchymschicht. In diesen entsprechen sie auch übrigens noch der obern Fläche, wo die Spaltöffnungen immer seltener sind (§. 125). Die Luft könnte somit, statt durch die Spaltöffnunzen unmittelbar in die Spiralgefäße zu gelangen, erst durch dünnere oder dickere Schichten anderer Theile dahin dringen, und müßte dann noch quer durch die Wandungen derselben gehen.

Alles, was uns die Anatomie über die Wege der Luft im Pflanzengewebe (§. 127) lehrt, ist, daß unter der Fläche, die ihr durch die Spaltöffnungen geöffnet ist, sich eine Menge unter einander zusammenhängender Lücken befinden, und daß sie somit frei herumkreisen kann um die Zellen, deren wechselseitige Entfernung von

*) Dem Anschein nach meint der Verfasser, die Trachee eines Insektes bestehe aus einer Haut, um die sich außen herum eine Spiralfaser winde, statt aus zweien und läugnet somit die äußere Haut, welche man unwiderleglich die Spiralfaser einschließen sieht, und die auch von keinem Autor geläugnet wird, wie dieß Sprengel gegen Lyonet, Straus-Dürkheim und Marcel de Serres bei der innern thut, welche allerdings innerhalb der Spirale liegt.

einander dieses Netz von Höhlungen bildet, die mittelst der Spaltöffnungen nach außen communiciren. Es ist möglich, daß die Luft noch ein wenig weiter vordringt, wo sie auf die Zwischenzellengänge stößt, dort schließen sich ihr aber alle weitern Wege zu ihrer Circulation *).

Welches ist nun die physiologische Rolle der Spiralgefäße? Sind sie zu denselben Verrichtungen bestimmt, wie die andern Gefäße, und warum dann ihre besondere Lage und eigenthümlicher Bau? Da sie immer die ersten sind **), die sich bilden, besonders in den noch zarten und lebhaft in die Länge wachsenden Theilen, und in dem Maße, als dieses Wachsthum langsamer wird, und endlich dem Stillstande sich nähert, die neuen sich entwickelnden Gefäße verschiedene Formen annehmen, die sich von der Spirale immer mehr und mehr entfernen, so dürfen wir vermuthen, daß ihr eigenthümlicher Bau und ihre Art der Entwicklung mehr Bezug haben auf die Bedürfnisse dieser Entwicklung in die Länge, die bei dem Aste seiner ganzen Axe nach erfolgt, und nicht bloß am Ende wie bei den Wurzeln. Beim Aufsteigen des rohen Nahrungssaftes sind die Spiralgefäße wie alle andere Theile mit dieser Flüssigkeit gefüllt, und sie schaffen sie sogar schneller fort, als die andern Gefäße. (S. die frühere Anm.) Später können sie, wie diese, statt einer Flüssigkeit eine Gasart enthalten; aber da es dann nicht allein bei ihnen der Fall ist, so zeigen sie damit nicht, daß dieß eine ihnen eigenthümlich zukommende Verrichtung sey. Wenn sie somit zur Respiration dienen, so ist dieß weder ausschließlich noch beständig. Diese Schlußfolge wird durch die Beobachtung solcher Pflanzen bestättigt, bei denen eine vollkommene Respiration statt findet, und die doch keine ächten Spiralgefäße besitzen, wie z. B. die Farne.

§. 290. Man weiß, daß die atmosphärische Luft ein Gemenge zweier Gase ist, des Oxygens oder Sauerstoffes und des Azots oder Stickstoffes. Ein Volumen Luft hat in 100 Theilen beiläufig 79 Theile Azot und 21 Oxygen, dazu muß man noch eine kleine Menge [1 Gewichtstheil auf 1000 Theile Luft] eines andern Gases, der Kohlensäure, hinzufügen. Diese ist eine Verbindung von 8 Gewichtstheilen Sauerstoff mit 3 Gewichtstheilen Kohlenstoff, ein Stoff, den wir fast unter der Gestalt der Kohle [noch reiner des Diamanten] kennen, der aber in Verbindung mit dem Sauerstoff gasförmig geworden ist. Auf Kosten dieser geringen Menge von Kohlensäure geht nun die Respiration der Pflanzen vor sich, und es muß für den ersten Augenblick wahrhaftig Erstaunen erregen, wenn man bedenkt, daß die Kohlensäure nicht mehr als den tausendsten Theil an Gewicht der atmosphärischen Luft macht. Aber dieses Erstaunen

*) Siehe hiebei Anm. *) zu §. 275.

**) Wir wissen nicht, worauf der Verf. diese Ansicht begründet. Schleidens Beobachtungen ergeben, daß, wenigstens bei den Phanerogamen, von Innen nach Außen sich die Gefäße in der Ordnung entwickeln, daß zuerst weitläufige, dann engere Ringgefäße, dann erst weitere und engere Spiralgefäße, hierauf netzförmige und endlich poröse Gefäße folgen.

verschwindet, wenn wir die Höhe unserer Atmosphäre bedenken, und nun finden, daß der tausendste Theil ihres Gewichtes eine ungeheure Zahl ist, die das sämmtlicher Pflanzen noch vielmal übertrifft, indem diese Berechnung uns zeigt, daß die Atmosphäre etwa 1500 Billionen Kilogramme [1 Kilogramm ohngefähr = 1 Pfd. 25 Lth. oder etwas über $1\frac{3}{4}$ Pfd. Wiener-Gewicht] Kohlenstoff enthält *).

§. 291. Die Chemie ist dahin gekommen, die in dieser so zusammengesetzten Luft geschehene Veränderung auf zwei Wegen zu bestimmen.

1. Man läßt eine Pflanze unter einer Glocke wachsen, die mit Luft gefüllt ist, welche sich nicht erneuern kann, und macht dann nach einer bestimmten Zeit eine Analyse dieser Luft. Man kann diesen Versuch dahin abändern, daß man eine künstliche Atmosphäre für die Pflanze zusammensetzt, in der die Bestandtheile der atmosphärischen Luft nicht in ihren natürlichen Proportionen stehen, oder wo sie von andern ersetzt sind, und ersieht dann, was daraus resultirt, sowohl für die Zusammensetzung dieser Atmosphäre, als für die Pflanze selbst.

2. Man läßt ein Samenkorn in reinem Sande keimen, den man nur mit ebenfalls reinem (destillirtem) Wasser befeuchtet, und läßt nun die Pflanze so weiter wachsen, indem man ihr keine andere Nahrung gibt, als bemessene Mengen eben dieses Wassers; dann constatirt man ihre chemische Zusammensetzung durch die Analyse. Die des Samenkorns und die anderer vollkommen ähnlicher und eben so viel wiegender Samenkörner, muß ebenfalls gemacht werden. Man kennt also alles, was die Pflanze aus dem Wasser, ihrem einzigen Nahrungsmittel, schöpfen konnte.

Alles, was sie nun an Bestandtheilen zeigt, die nicht ursprünglich in dem Korne vorhanden waren, oder die sie nicht später aus dem Wasser zog, ist nothwendiger Weise aus der Luft entnommen. Da hier der Versuch durch längere Zeit in einer stets erneuerten Luft angestellt wird, so kann sie auch außerordentlich geringe Mengen an sich ziehen, welche in einer bestimmten Menge Luft und innerhalb einer sehr beschränkten Zeit so gut wie Null gewesen wären, und welche somit bei der ersten Art von Versuchen ganz verloren gegangen seyn würden.

§. 292. Durch die Versuche der ersten Art beweist man, daß die atmosphärische Luft, die eine Pflanze geathmet hat, einen gewissen Theil ihres Kohlenstoffes verloren und dafür wieder eine gewisse Menge von Sauerstoff gewonnen hat. Diese beiden Mengen stehen nun zu einander in dem Verhältnisse, welches nöthig ist, um bei ihrem Zusammentreten die Kohlensäure zu bilden. Bloß ist ein wenig Oxygen mehr vorhanden.

Die Pflanze zersetzt also bei ihrem Athmen die Kohlensäure,

---

*) Es ist aber noch nirgends nachgewiesen, daß die höhern Schichten unsrer Atmosphäre eben so Kohlensäure enthalten, wie die von uns erforschten. Sollte es auch der Fall seyn, so dürfte sie doch schwerlich den Pflanzen zu Gute kommen.

hält einen Theil ihres Kohlenstoffes und ein wenig Oxygen zurück, und stößt den Rest des letztern, welches nun frei geworden ist, wieder aus. Es frägt sich aber nun, rührt diese zersetzte Kohlensäure nur von dem Theil her, der unmittelbar mit der atmosphärischen Luft in das Innere der Pflanze eingedrungen ist, oder kommt sie zum Theil aus eben diesem Innern, wo sie sich schon gebildet vorfand?

Diese letztere Meinung ist wahrscheinlich, weil, wenn man eine Pflanze in eine gänzlich von Kohlensäure entblößte Atmosphäre, z. B. in reinen Stickstoff bringt, man diesem nach Verlauf einer gewissen Zeit eine gewisse Menge Oxygen beigemengt findet, welche von der Zersetzung der Kohlensäure herrührt, die die Pflanze in ihrem Gewebe einschloß.

§. 293. Dieß ist der Vorgang der Dinge, wenn die Pflanze dem Sonnenlichte ausgesetzt ist; in vollkommener Finsterniß verhält es sich ganz anders; denn man findet in der Glasglocke mehr Kohlensäure und weniger Sauerstoff. Der Vorgang ist somit völlig umgekehrt, und die grünen Theile der Pflanze haben den letztern aufgenommen und zurückgehalten, während sie die erstere frei werden ließen. Es bringt also der Wechsel von Tag und von Nacht auch einen in den Respirationserscheinungen mit: Fixirung des Kohlenstoffes und Freiwerden des Sauerstoffes während des Tages, Freiwerden der Kohlensäure und Festhalten des Sauerstoffes während der Nacht. Selbst am Tage unterliegen die des Lichtes beraubten Pflanzen einem ähnlichen Einflusse; im Schatten gehalten verschnakken (verbleichen) sie endlich, d. h. sie entfärben sich und verlängern sich, indem sie viel von ihrer Festigkeit verlieren, und dadurch einen Mangel von Kohlenstoff offenbaren, der ihre Oberfläche grün und ihr Gewebe fest machte. Zwischen diesen beiden Extremen, dem unmittelbaren Sonnenlichte und der vollkommenen Finsterniß gibt es eine geradweise und verhältnißmäßige Abnahme in der Intensität der Respirations-Erscheinungen. Außerordentlich lebhaftes künstliches Licht kann sogar verbleichte Pflanzen wieder ein wenig grün machen.

§. 294. Kann man nun wohl in dieser Wechselwirkung zwischen dem Lichte und dem grünen Theile der Pflanzen noch etwas mehr als das in die Augen fallende Resultat finden?

Man weiß, daß ein Strahlenbüschel sich in mehrere verschieden gefärbte Strahlen zerlegt, wovon jeder Körper mit seiner Oberfläche die einen verschluckt und die andern zurückwirft, und daß die letztern in unser Auge gelangend, dem Körper für unsern Sinn die Farbe verleihen, die wir ihm zuschreiben. Man weiß auch, daß dieser Strahlenbüschel den Körper, den er erleuchtet, auch zugleich erwärmt, aber ungleich je nach der Verschiedenheit der Farbe der Strahlen; — daß nicht in jedem derselben die Wärme mit dem Lichte den gleichen Weg nimmt, sondern daß in gewissen Mitteln sie sich trennen, um einen verschiedenen Gang zu verfolgen, der Strahl also ein zweites Mal in zwei zerlegt wird, in einen Lichtstrahl nämlich, und in einen Wärmestrahl. Zu diesen zwei Eigenschaften gesellt sich eine dritte. Das Licht kann die chemische Beschaffenheit eines Körpers, die es trifft, verändern, wie dieß gewisse Substanzen beweisen, welche sich

in der Dunkelheit aufbewahren lassen, am Lichte sich aber zersetzen, wodurch man darauf geführt wird, chemische Strahlen [chemisch wirkende Strahlen] anzunehmen, welche ebenfalls in die Zusammensetzung des Lichtes eingehen. Nun findet man, daß in den Daguerrotypischen Bildern (deren Bildung auf diese letztere Eigenschaft gegründet ist), die grünen Theile der Gewächse, so wie überhaupt alle grünen Körper, nicht wieder gegeben sind *). Man ersieht also hieraus, daß die chemischen Strahlen [chemisch wirkenden Strahlen] in der Pflanze verschwunden sind, indem sie von ihr zurückgehalten und aufgesaugt wurden, und daß dieß eine eigenthümliche Eigenschaft ihrer grünen Theile ist. Was die Wärme erregenden Strahlen betrifft, so mußten sie bei gleicher Temperatur keinen Einfluß auf die Respiration der Pflanze ausüben, die im Lichte stattfindet, in der Finsterniß aber nicht.

§. 295. Die Theile, deren natürliche Färbung eine andere ist als die grüne, verhalten sich am Tage wie die grünen beim Mangel an Licht, d. h. sie oxygeniren sich und decarbonisiren sich. Die Wurzeln und andere unterirdische Theile sind in diesem Falle, und es scheint ihnen der Sauerstoff, den sie an sich ziehen, durchaus nothwendig, weil sie in eine sauerstofflose Luftart gebracht, alsbald absterben. Der leichte Zutritt der atmosphärischen Luft zu ihnen ist ein auf ihr Wachsthum sehr günstig wirkender Umstand, und wenn sie auf eine Tiefe vergraben werden, wohin diese schwer dringt, so ist ihnen dieses schädlich.

§. 296. Ebenso verhält es sich mit dem Samenkorn. Wenn man es keimen läßt, so läßt es bei seiner ersten Entwicklung selbst am Sonnenlichte Kohlensäure ertweichen, und verschluckt Sauerstoff. Das erstere rührt von einer gewissen Menge Kohlenstoff her, welche in dem Gewebe des Kornes eingeschlossen ist, und sich mit dem aufgenommenen Sauerstoff, der in seiner Gänze dazu verwendet wird, verbunden hat; denn, wenn die Keimung in reinem Sauerstoff Statt gefunden hat, so stellt sich die Menge der entwickelten Kohlensäure der des aufgesogenen Sauerstoffes gleich; dieß dauert so lange, bis die weiter fortgeschrittene Keimung die grünen Theile des kleinen Pflänzchens am Tageslichte ausgebreitet hat.

Von da an kehren sich die Erscheinungen um, und die Einathmung der Kohlensäure und Ausathmung des Sauerstoffes beginnen.

Dieses Bedürfniß von Sauerstoff zur Keimung erklärt, wie Samenkörner sich in großen Tiefen so lange unversehrt und keimfähig erhalten können.

§. 297. Ein merkwürdiger Versuch der Herren Edwards und Collin zeigt, daß bei dieser Einwirkung des keimenden Samenkorns auf sein umgebendes Mittel auch noch andere Zersetzungen als die

*) Wir müssen gestehen, daß uns diese Wahrnehmung gänzlich fremd ist, und wir nicht wissen, wo sie der Verf. gemacht haben könnte. Wir sahen wenigstens Daguerrotypien von Landschaften, auf denen die Bäume ganz deutlich wiedergegeben waren, wenn auch wegen der Beweglichkeit der Blätter minder scharf und genau, als andere vollkommen unbewegliche Gegenstände. Was es somit mit der daraus abgeleiteten Theorie zu bedeuten habe, leuchtet von selbst ein.

der Luft Statt finden können; denn indem sie Bohnen in Wasser zu keimen beginnen ließen, fand eine Entwicklung mehrerer Gasarten Statt, unter denen eine solche Menge von Kohlensäure war, daß sie achtmal mehr betrug als die dem Wasser für gewöhnlich beigemengte Menge von atmosphärischer Luft. Der Sauerstoff dieser Luft konnte somit bei weitem nicht hinreichen, um mit dem Kohlenstoff des Samenkornes alle diese Kohlensäure zu bilden, und die übermäßige Menge von dieser konnte nirgends anders herrühren, als von einer Zersetzung des Wassers, dessen ein Bestandtheil der Sauerstoff mit dem Kohlenstoffe in Verbindung getreten war, während der andere, der Wasserstoff, von dem Samenkorne aufgesaugt worden seyn mußte, da er sich unter den entwickelten Gasen nicht wiederfand. Die Verfasser schließen daraus, daß das Wasser bei der Respiration der Pflanzen nicht bedeutungslos sey oder nur physisch wirke, indem es auch zersetzt werden kann.

§. 298. Von der andern Seite hat Herr Boussingault durch die oben (§. 291) zu zweit angeführte Weise von Versuchen, nämlich durch eine chemische Analyse eines nur durch Luft und reines Wasser ernährten Gewächses gezeigt, daß es nach Verlauf einer gewissen Zeit eine kleine Menge von Stickstoff enthalten kann, welche alsdann augenscheinlich nur aus der Luft entnommen seyn kann.

Diese Menge war eine merkliche, bei gewissen Schotengewächsen (Leguminosen), wie beim Klee und Erbsen; sie war auf Null herabgesunken, für einige Getreidearten (Cerealien), wie das Korn und der Hafer. Wird diese nun dem Stickstoff der Luft selbst entnommen oder den ammoniakalischen Dämpfen, deren die atmosphärische Luft nach der Angabe einiger Physiker immer eine außerordentlich kleine Menge enthält? In der Erde spielt, wie wir später sehen werden, das Ammoniak (eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff) eine große Rolle bei der Ernährung der Pflanzen.

§. 289. Aus allem Vorhergegangenen folgt nun, daß die Pflanze aus der Atmosphäre Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff schöpfen kann. Es ist merkwürdig, daß die Pflanze alle diese Elemente sich nur aus Verbindungen zu entnehmen scheint, die gleichsam nur nebenbei und zufällig in sehr veränderlichen und oft unendlich geringen Verhältnissen der atmosphärischen Luft beigemengt sind, wie die Kohlensäure, das Ammoniak und die Wasserdämpfe. Wir wollen aber nun die Aufsaugung des Sauerstoffes und Stickstoffes aus der Atmosphäre bei Seite lassen, da sie sehr oft nicht meßbar ist, und ihre Rolle in Vergleich mit der des Kohlenstoffes und Sauerstoffes jedenfalls eine ganz untergeordnete und unbedeutende ist. Die Einathmung der Kohlensäure und ihre Zersetzung durch die grünen Theile kann man als die wichtigste Erscheinung der Pflanzenathmung betrachten. Freilich haben einige Schriftsteller, in Betrachtung ziehend, daß die gesammte Pflanze als Samenkorn und später, wenn sie entwickelt ist, mit vielen ihrer Theile am Tage und mit allen bei Nacht Sauerstoff einsaugt und Kohlensäure ausstößt, in diesem Akte die pflanzliche Respiration erblicken wollen, welche dann jener der Thiere vollkommen gleich seyn würde, und sie be-

trachteten die Zersetzung der Kohlensäure am Lichte bloß als einen Akt der Ernährung. Die Richtigkeit dieses Standpunktes hängt gänzlich von der Definition ab, die man von der Respiration geben will. Ist diese der Akt, durch welchen die zur Ernährung des organisirten Körpers bestimmte Flüssigkeit, durch Berührung mit der Luft diejenigen Eigenschaften annimmt, welche sie vollkommen zur Erfüllung dieser Bestimmung tauglich macht, so bleiben wir der alten Theorie getreu, welche die grünen Oberflächen der Pflanze in ihrer Berührung mit der Atmosphäre, die Rinde und insbesondere die Blätter zu den Athmungsorganen der Pflanze macht. Man hält an dieser Idee durch eine Parallele mit der Respiration der Thiere nur noch fester. Diese entnehmen bei der Einathmung der Atmosphäre das Oxygen, welches mit dem Blute in alle Theile des Körpers gebracht wird, um auf dem umgekehrten Wege Kohlenstoff zurückzuführen, der bei der Ausathmung als Kohlensäure ausgestoßen wird. Die Pflanzen nehmen aus der Atmosphäre Kohlensäure auf, welche in das Innere ihres Gewebes gebracht, daselbst den Kohlenstoff absetzt und als Sauerstoff wieder entweicht. Die Respiration der Pflanzen ist also der der Thiere gerade entgegengesetzt, und gleicht die Wirkungen der letztern in der Atmosphäre aus, so daß die Luft, nachdem sie die Athmungsorgane der organisirten Wesen durchzogen hat, sich in ihrem ursprünglichen Zustande befindet. Es ist wohl wahr, daß von Seiten der Pflanzen die in der Nacht hervorgebrachte Wirkung zum Theil die des Tages zerstören kann, aber wenn man sich die ungeheure Masse des in den Pflanzen niedergelegten Kohlenstoffes berechnet und bedenkt, daß er [allein?] durch den Akt der Athmung daselbst angehäuft wurde, so sieht man wohl, daß hier keine Ausgleichung statt fand, und daß der tägliche Gewinn an Kohlenstoff den nächtlichen Verlust bedeutend überwiegt, und alle von den Thieren ausgehauchte Kohlensäure hier sehr wohl ihre Verwendung finden konnte. Die Strömungen der Luft stellen ohne Unterlaß das Gleichgewicht her [nicht überall vollkommen], welches an einigen Orten durch die Anhäufung von Thieren oder Pflanzen gestört seyn konnte.

§. 300. Dieser Vergleich zwischen den zwei Reichen führt uns auf die Untersuchung der Athmung der unter Wasser lebenden Pflanzen, deren Aehnlichkeit mit der der Fische Hr. Ad. Brogniart auf eine sehr sinnreiche Weise herausgestellt hat. Man weiß, daß bei diesem letztern, so wie bei einer großen Zahl anderer Wasserthiere die Respirationsorgane auf keine andere Weise mit der Atmosphäre in Berührung stehen, als durch Vermittlung des sie umgebenden Wassers, aus dem sie darin aufgelöste atmosphärische Luft entnehmen und auf die gewöhnliche Weise zersetzen, indem sie Sauerstoff zurückhalten und Kohlensäure an das umgebende Wasser zurückgeben. Wir kennen den Bau der untergetauchten Blätter (§. 127 b. Fig. 132), die ohne Oberhaut und folglich ohne Spaltöffnungen ihr Parenchym unmittelbar dem Wasser darbieten, dessen dünne Wandungen, ohne Zwischenzellengänge zwischen sich zu lassen, sich eng an einander schließen, und gewöhnlich nur in wenigen Schichten über einander liegen. Das Wasser kann also durch die in ihm enthaltene

Luft leicht auf dieses Parenchym wirken, und sie dringt hinein und zersetzt sich. In den grün werdenden Zellen wird Kohlenstoff fixirt und Sauerstoff wird ausgehaucht. Das Licht nimmt seinen gewöhnlichen Einfluß bei diesem Vorgange, und in einer gewissen Tiefe sieht man die Pflanzen bleich werden und verschnacken.

Wie die Kiemen der Fische, vertrocknen diese Blätter schnell, und werden dadurch unfähig, die Verrichtung des Athmens weiter zu vollziehen. Dieses schnelle Austrocknen rührt von dem Mangel der Oberhaut her, die in den Luftpflanzen die Verdunstung mäßigt, die zum Athmen bestimmten Höhlungen vor einer solchen Gefahr schützt, und den im Innern der Pflanze befindlichen Flüssigkeiten Zeit läßt, wieder an diesen Stellen zu ersetzen, was durch die Verdunstung verloren ging *).

§. 301. Ausdünstung. Die Ausdünstung oder wässerige Aushauchung aus den der Luft ausgesetzten Theilen der Pflanze, von der wir schon als von einer mächtigen Ursache der Aufwärtsbewegung des rohen Nahrungssaftes erwähnten, geschieht fast gänzlich vermittelst der Spaltöffnungen, obwohl sie auch auf der ganzen übrigen

---

*) Die ganze sogenannte Athmung geht nach den Gesetzen des Austausches der von Flüssigkeiten absorbirten Gasarten vor sich. Die von den Pflanzen aufgenommene Flüssigkeit enthält wohl immer Kohlensäure. Diese kömmt in den Blättern ꝛc. mit der Luft in Berührung, und Kohlensäure entweicht, für die in entsprechenden Verhältnissen Sauerstoff und Stickstoff aufgenommen werden. Im Licht geht nun der chemische Prozeß der Assimilation vor sich, wobei Sauerstoff entbunden und in der Zellenflüssigkeit gelöst wird. An einer Kohlensäure und Stickstoff enthaltenden Atmosphäre, wie unsere, werden diese absorbirt und Sauerstoff ausgehaucht. Dieser bei Tag und Nacht statt findende Wechsel läßt daher die Luft unverändert. Nur die frischen grünen Theile üben diese Funktion aus, auf der Oberhaut ohne Zweifel durch die Spaltöffnungen, die mit den Intercellulargängen in Verbindung stehen. Ob diese, wie poröse Körper überhaupt, durch Capillarattraktion wirken, ob die aufgenommene Kohlensäure und Sauerstoff assimilirt werden, ob der ausgeschiedene Sauerstoff von zersetztem Wasser stamme, ist durch die bisher unzureichenden Versuche nicht entschieden, und es entstand erst neuerlich darüber, besonders durch Liebig, ein Streit, in den uns einzumengen wir nicht berufen sind. Darüber vergleiche man Schleiden's, Liebig's, Mohl's, Th. von Saussure's, Woodhouse's, Link's und Grischow's Schriften. Es scheint aber, wie Schleiden meint, nicht, daß sich die Pflanzen durch die grünen Theile auf Kosten der in der Luft enthaltenen Kohlensäure ernähren. — Neben diesem Austausch findet auch noch eine Aufnahme und Ausscheidung ohne einen solchen Statt. Jede mit einem Ueberschuß an Gas versehene Flüssigkeit läßt diesen auch durch eine Membran hindurch in die Luft entweichen. Daher liefern grüne Theile, in denen durch den Assimilationsprozeß beständig Sauerstoff entbunden wird, auch diesen an die Luft. Eben so absorbirt jedes Fluidum eine gewisse Menge Gas; wird nun im Sonnenlicht Kohlensäure chemisch gebunden, so wird für die gebundene wieder neue aus dem umgebenden Medium aufgenommen. Diese beiden Vorgänge scheinen bei dem Verhalten der Pflanzen im Sonnenlichte eine wesentliche Rolle zu spielen. Im Schatten ist unerklärlicher Weise die Aufnahme von Sauerstoff größer, als nach den Gesetzen des Austausches seyn sollte, während die Aushauchung von Kohlensäure ihnen ziemlich entspricht.

Fläche und besonders auf allen grünen Flächen statt findet, wenn auch nur in einem geringen und fast unmerklichen Grade. Man kann sich leicht überzeugen, daß sie durch die Spaltöffnungen geschieht, indem man bemerkt, daß sie so gut als gar nicht existirt, wo diese fehlen, schwach dagegen, wo ihrer wenige sind, meist viel stärker auf der untern Seite als auf der obern, kurz stets im Verhältnisse mit der Zahl derselben. Diese Ausdünstung, die man immer mit der Hautausdünstung der Thiere verglich, verdient vermöge ihres Sitzes auf den Athmungsflächen weit mehr mit ihrer Ausdünstung oder Aushauchung durch die Lungen verglichen zu werden, die mit dem Athem eine bedeutende Menge Wasserdunstes aus dem Körper fördert, und deßhalb beschäftigen wir uns hier mit ihr. Zur Unterstützung dieses Nebeneinanderstellens wollen wir noch anführen, daß ihre Thätigkeit von denselben Ursachen erregt wird, wie die der Respiration, durch das Licht nämlich. Im Schatten hat eine gleiche, selbst eine höhere Wärme einen verhältnißmäßig sehr schwachen Effekt, während sie im Lichte bedeutend auf die Ausdünstung wirkt. In der Nacht hört sie auf.

§. 302. Die Menge des in einer Pflanze enthaltenen Wassers muß natürlich bis zu einem gewissen Grade die Ausdünstung bestimmen. Es ist interessant, das Verhältniß des in derselben Zeit aufgesogenen und ausgehauchten Wassers kennen zu lernen; dieß geschieht leicht, wenn man das untere Ende eines abgeschnittenen Zweiges luftdicht in den engen Hals einer Flasche bringt, die mit einer bekannten Menge Wasser gefüllt ist, das Ganze unter eine Glocke stellt, und nach einiger Zeit das Wasser in der Flasche und das in der Glocke verdunstete wiegt. Man kann auch, um den Versuch mehr den natürlichen Umständen gemäß anzustellen, den Zweig in freier Luft lassen, und ihn in eine bestimmte Menge Wassers stecken, das man mit einer Schichte Oel bedeckt, damit es von seiner Oberfläche nicht auch ausdünste. Nach beendigtem Versuche wiegt man das übrig gebliebene Wasser, so wie auch die Pflanze, die man schon vor dem Experimente gewogen hatte. Der ganze Verlust des Wassers zeigt die Menge an, die aufgesaugt wurde; das Mehrgewicht der Pflanze das, was sie in ihrem Gewebe zurückbehalten, die Differenz, was sie ausgehaucht hat. Die Verhältnisse wechseln natürlich je nach den verschiedenen Pflanzen; sie können aber auch bei ein und derselben wechseln. So verlor zum Beispiel eine Minze (Mentha) (welche Art?) durch die Verdunstung in einer Jahreszeit $\frac{2}{3}$ des aufgesogenen Wassers, in einer andern $\frac{13}{15}$. Dieser Einfluß der Jahreszeiten ist durch verschiedene Ursachen bedingt, unter welchen das Alter der Pflanze obenan steht, weil sie, bei gleicher Klarheit und Temperatur, im Sommer weniger aushauchen, als im Frühling, und mehr als im Herbst. Das ausgehauchte Wasser ist nicht immer rein, sondern enthält kleine Mengen der Substanzen aufgelöst, mit denen es bei seinem Durchgang durch die Pflanzen in Berührung kam.

§. 303. Die größere oder geringere Feuchtigkeit der Luft vermindert oder vermehrt die Ausdünstung, die in einer mit Wasserdunst gesättigten Atmosphäre fast aufhört. Man glaubte, daß die

Blätter zuweilen sogar aufsaugen könnten, statt auszuhauchen, und wollte damit erklären, wie manche Pflanzen so lange ohne Wurzeln leben können. Aber dieß sind Pflanzen, die außerordentlich wenig Spaltöffnungen, dagegen aber sehr viel Saft besitzen, dessen sie nur sehr wenig durch die Ausdünstung verlieren, und sich also fort nähren können. Es ist wohl richtig, daß eine Pflanze, deren Blätter mit vielen Spaltöffnungen versehen sind, lange Zeit lebt, wenn man sie ins Wasser taucht; indessen dann hat man sie in dieselben Verhältnisse gebracht, wie die früher erwähnten, indem die Verdunstung mittelst der Spaltöffnungen durch Verschließung derselben mit Wasser verhindert ist. Die Aufsaugung durch die Blätter kann jedenfalls nur innerhalb sehr enger Gränzen statt finden, und es ist schwer zu begreifen, wie sie die der Wurzeln ersetzen sollte, wobei noch der rohe Nahrungssaft einen entgegengesetzten Lauf befolgen müßte.

Ernährung und Absonderung *).

§. 301. Die Ernährung ist diejenige Verrichtung, durch welche ein organisirtes Wesen aus den mit ihm in Berührung stehenden Substanzen die Stoffe aufnimmt, die sowohl zur Erhaltung und Kräftigung der schon gebildeten Theile, als zur Bildung neuer, also zur Erhaltung und zum Wachsthum dienen. Diese organische Verrichtung theilt sich im pflanzlichen Leben in 3 Akte: 1. die Stoffe werden, im rohen Zustande von Außen kommend, in den Körper der Pflanze eingeführt; 2. sie erleiden in seinem Innern gewisse Vorbereitungen, die meist in der Entstehung neuer und zusammengesetzterer Verbindungen bestehen; 3. jeder Theil nimmt von diesen so bereiteten Substanzen das auf, was seiner Beschaffenheit und besondern Bestimmungen entspricht, fixirt es, indem er ihm neue Eigenschaften ertheilt, die es noch nicht besaß, und womit es selbst begabt ist, kurz assimilirt es.

Der erste Akt, der schon ein Gegenstand unserer Untersuchungen war, scheint ausschließlich unter dem Einfluß physikalischer Kräfte vor sich

---

*) Ernährung und Absonderung werden hier in einem und demselben Capitel abgehandelt, weil es zu schwierig ist, sie bei den Pflanzen genau von einander zu trennen. Wenn ein absonderndes Organ diejenige lokale Vorrichtung genannt werden soll, in der ein eigenthümlicher, von den im Gewebe der Pflanze allgemein verbreiteten verschiedener Stoff bereitet und niedergelegt wird, so wird man sehr selten ein solches finden, welches dieser Definition genau entspricht. Die Drüsen (§§. 236, 240) vermengen sich oft mit dem umgebenden Gewebe; die absondernden Wände der Gummi oder Harz führenden Lücken unterscheiden sich nicht, und man erkennt das absondernde Organ, das oft nur auf eine einfache Zelle reducirt ist, oft nur an dem Produkte. So sind denn auch für die meisten Autoren alle in der Rinde stockenden oder selbst noch circulirenden, sich bewegenden Stoffe Absonderungen. Wir haben sie lieber von einem andern Standpunkte ausgehend, nach dem gemeinschaftlichen Zweck nämlich, zu dem sie alle beizutragen scheinen; wir vermochten nicht wohl, die unter ihnen zu unterscheiden, die ausschließlich den absteigenden Saft zusammensetzen können *).

*) In Bezug auf diesen ganzen Abschnitt verweisen wir auf §. 1 und auf die in der Anm. zu §. 300 angeführten ersten 3 Autoren.

zu gehen. Der zweite besteht in einer Reihe Umwandlungen, die die Chemie öfters erklären oder wenigstens ahnen kann. Der dritte ist zum größten Theil das unlösbare Räthsel Leben, und man nennt die unbekannte wirkende Kraft die Lebenskraft. Die Lebenskraft übrigens bewirkt die ganze Aufeinanderfolge und das Zusammenwirken aller dieser Erscheinungen, die ohne sie alsbald stille stehen würden, und man muß stets sie hinter den mechanischen, physischen und chemischen erkennen, deren sie sich bedient und die sie in Wirksamkeit setzt.

§. 305. Bei Gelegenheit der Aufsaugung durch die Wurzeln und der Athmung betrachteten wir auch die Einführung der Stoffe von Außen, die zum Theil von der Erde, zum Theil von der Luft geliefert wurden. Die einen kommen nun mit den andern in Berührung, und an dem Punkt, wo diese statt findet, an der Oberfläche der Blätter und der Rinde gehen die chemischen Prozesse vor sich, in deren Folge wir die Luft in verschiedener Zusammensetzung ein- und wieder austreten sahen. Es geschah also im Innern der Pflanze eine Umwandlung der von Außen eingeführten Stoffe, einer jener Akte, die wir als zur Ernährung gehörig bezeichneten. So knüpft sich diese eng an die Respiration, und man konnte sie in eine allgemeine Verrichtung zusammenfassen.

§. 306. Die Chemie findet in allen Pflanzentheilen *) nur 4 einfache Stoffe, den Kohlenstoff, den Sauerstoff, den Wasserstoff und den Stickstoff. Dieß sind nun genau dieselben, die wir der Pflanze durch die Luft zukommen sahen, und es konnte folglich die Erde ihr nur dieselben liefern **). Es werden freilich, wie wir schon früher erwähnten, mehrere in der Erde befindliche Substanzen, die das Wasser auflösen kann, mit ihm in die Wurzeln eindringen, von da aus in die Gewebe gelangen, und sich daselbst in fester Form ansetzen — allein ihre Gegenwart ist nicht stetig, oft nur zufällig, ihre noch sehr dunkle und unbekannte Rolle scheint oft völlig bedeutungslos, obwohl sie wieder ein anderesmal einen indirekten und nützlichen Einfluß auszuüben scheint; oft behalten diese aufgesogenen Verbindungen ihre Beschaffenheit und sogar ihre Krystallform bei (§. 22). Man kann mit einem Worte von ihnen mehr sagen, daß sie in der Pflanze sind, als daß sie zur Pflanze gehören (qu'elles sont dans le végétal plutôt que du végétal). Wir wollen sie also für den Augenblick beiseit lassen, und uns nur mit den eigentlich organischen Stoffen befassen, welche aus den oben angeführten Elementen zusammengesetzt sind ***).

---

*) Nämlich als die an Menge und Wichtigkeit obenanstehenden Bestandtheile.

**) Dieß ist etwas unverständlich und uneigentlich ausgedrückt, und heißt denn wieder nichts anderes, als daß die wichtigsten und vorwaltenden Stoffe, die der Boden liefert, dieselben sind, wie die von der Luft entnommenen; nicht aber, daß die Erde keine anderen hergebe, indem gerade sie es ist, welche die andern in den Pflanzen enthaltenen Elemente, als Chlor, Schwefel, die wichtigen Kalien, die Erden und Metalle hergibt.

***) Die Ansichten in diesem §. über die mineralischen Bestandtheile der Pflanzen und ihre Rolle im Leben derselben sind wohl etwas auf die

§ 307. Obwohl nur viere an der Zahl, können sie doch zahlreiche Verbindungen darstellen. Man weiß, daß die einfachen Stoffe sich in verschiedenen Verhältnissen verbinden. Nehmen wir eine Verbindung des Stoffes A mit dem Stoffe B an; die daraus entstandene Substanz C kann nun gleiche Theile von A und B enthalten, oder 2, 3, 4 . . . Theile von A auf einen Theil von B, oder umgekehrt 2, 3, 4 . . . Theile von B auf einen Theil von A, mit einem Worte, eine gewisse Zahl Theile des einen, auf eine gewisse Zahl Theile des andern, und durch alle diese verschiedenen Verhältnisse entstehen eben so viele, in ihren Eigenschaften verschiedene Körper. Man nimmt an, daß diese Verbindungen zwischen unendlich kleinen Theilchen Statt finden, die so klein sind, daß eine fernere Theilung derselben nicht mehr möglich ist, und die man Atome nennt; so bilden also 2 Atome von A und 3 Atome von B ein Atom von C. Man sieht leicht ein, daß diese Atome sich auf 2, 3 und mehr Arten gegen einander gruppiren können. Die Atome von C werden sich unter einander ebenfalls auf 2 oder 3 Weisen anordnen müssen, und es werden daraus drei Körper C, C′, C″ entstehen müssen, die in ihren Eigenschaften verschieden seyn werden, obschon die chemische Analyse in ihnen keine Unterschiede entdeckt, indem sie sie alle 3 aus 3 Theilen von A auf 2 Theile von B zusammengesetzt finden wird. Es sind dieß verschiedene Körper, zusammengesetzt aus gleichen Elementen und in gleichen Verhältnissen, und man nennt sie isomere. Nach allen diesen Grundbegriffen, die wir vorausgeschickt haben, weil man sie zum Verständniß der nachfolgenden Einzelnheiten vor Augen haben muß, begreift man leicht, wie 4 Stoffe, die sich zu zweien, zu dreien und zu vieren, und jedesmal wieder in verschiedenen Verhältnissen verbinden können, so viele Substanzen zu liefern im Stande sind, besonders wenn noch jede dieser Verbindungen einige isomere gibt.

§. 308. Die rohen oder anorganischen (mineralischen) Stoffe können entweder einfach seyn, aus einem einzigen Elemente, oder aus zwei oder aus mehreren bestehen. Die Verhältnisse dieser sind gewöhnlich sehr einfach, wie es die unten angegebenen Zahlen zeigen. Wir wollen einige davon anführen, die uns am meisten interessiren, weil sie diejenigen sind, die vor allem der Pflanze die Elemente liefern, aus der sie die organischen Verbindungen bereitet. Das Wasser ist in einem Volumen aus 1 At. Sauerstoff und 2 At. Wasserstoff zusammengesetzt; da nun der erstere 16mal so viel wiegt als der zweite, so besteht es dem Gewichte nach aus 8 Theilen Sauerstoff und 1 Theil Wasserstoff; die Kohlensäure besteht aus 1 Raumtheil

---

Spitze gestellt und nicht ganz begründet, und der Verfasser dürfte lebhaften Widerspruch erfahren. Es gibt wohl keine Pflanze, die nicht eine größere oder geringere Menge mineralischer Substanzen enthielte, und es sprechen trotz der Veränderlichkeit derselben in Quantität und Qualität doch eine Menge Gründe dafür, daß sie nicht ein zufälliger, sondern ein gesetzmäßiger und nothwendiger Bestandtheil der Pflanzen seyen, der nur innerhalb gewisser Gränzen und nach bestimmten Normen abändern kann, wenn uns diese auch noch ziemlich unbekannt sind.

Kohlenstoff und 2 Raumtheilen Sauerstoff, oder aus 3 Gewichtstheilen Kohlenstoff und 8 Gewichtstheilen Sauerstoff, das Ammoniak aus 1 Raumtheil Stickstoff und 3 Wasserstoff, oder dem Gewichte nach aus 14 Theilen des erstern und 3 des letztern.

Die organischen vegetabilischen Substanzen zeigen den anorganischen unverarbeiteten gegenüber einen viel höhern Grad der Zusammensetzung. Sie bestehen größtentheils aus wenigstens 3 Elementen, dem Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, oder, durch Hinzutreten des Stickstoffes aus vieren, und ihre Verhältnisse sind immer viel complicirter und durch höhere Zahlen bezeichnet. Noch mehr ist dieß der Fall bei den thierischen Substanzen.

Wir können hier nicht alle vegetabilischen Substanzen in Betrachtung ziehen, sondern werden uns, von den einfachern zu den zusammengesetztern vorschreitend, auf diejenigen beschränken, die in der Mehrzahl der Pflanzen am verbreitetsten sind. Wir werden also mit den wichtigsten binären (im Original steht aus Versehen „ternären") beginnen, mit denen, die aus der Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff entstehen.

§. 309. Die erste unter ihnen, welche unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen muß, ist die, welche so zu sagen das Gezimmer oder Skelett der Pflanze, die Wände der Zellen, der Fasern und der Gefäße bildet. Herr Payen hat nachgewiesen, daß sie überall die gleiche Zusammensetzung hat, indem die scheinbaren Verschiedenheiten, die man an ihr wahrnimmt, von andern veränderlichen Produkten herrühren, welche auf ihrer Oberfläche abgelagert sind, oder selbst ihre Masse durchdrungen und getränkt haben (§. 20), und diese Substanz, die man den Zellenstoff (cellulosa) nennen kann*), stets die folgende Zusammensetzung besitzt: 24 At. Kohlenstoff, 20 At. Wasserstoff und 10 At. Sauerstoff, welches gleich kommt 72 Theilen Kohlenstoff, 10 Thl. Wasserstoff und 80 Thl. Sauerstoff dem Gewichte nach. Nun hat aber die Stärke oder das Amylum, diese Substanz, deren wir schon so oft gedachten, und die als in kaltem Wasser unlösliche Körnchen so allgemein in den Zellen verbreitet ist, genau dieselbe chemische Constitution, die man noch einmal bei einem ebenfalls sehr häufigen Stoffe findet, der sich aber in kaltem Wasser löst, und mit Jod nicht blau oder violett färbt, beim Dextrin nämlich**). Dieß

---

*) Eine verunglückte Wortbildung aus cellula.

**) Betrachtet man durch eine Lösung von Dextrin einen Strahl von polarisirtem Lichte, so sieht man ihn rechts von der Polarisationsebene abweichen, und dieß um so stärker, je concentrirter die Lösung ist; daher der Name Dextrin, weil dextra rechts heißt. Diese Eigenschaft ist ihr übrigens nicht allein eigen, denn das Stärkmehl besitzt sie ebenfalls in demselben Grade, und der Rohrzucker auch, nur in einem schwächern Grade. Der Traubenzucker hingegen und das Gummi bewirken eine Abweichung nach links. Herr Biot, dem die Physik diese sinnreiche Entdeckung verdankt, wandte sie zum Studium der Pflanzensäfte an, deren Natur er somit durch einen einfachen optischen Versuch bestimmen kann. Er hat gezeigt, daß diese Eigenschaft abändert, je nach der Zeit und nach der Höhe am Baume, in der man den Saft vom Baume nimmt, und daß der aufsteigende Saft die Abweichung nach rechts bewirkt,

sind also drei Substanzen von derselben Zusammensetzung und verschiedenen Eigenschaften, also drei isomere Stoffe. Es ergibt sich von selbst, wie leicht sie sich durch eine einfache Formänderung eine in die andere verwandeln können, so wie nur die Anordnung ihrer Moleküle gestört wird, und wie ein Stoff bald in Gestalt von unlöslichen und festen Körnern im Pflanzengewebe niedergelegt seyn, und bald löslich werdend, eine syrupähnliche Substanz werden kann *), die der Saft verdünnt, und mit sich in alle Theile der Pflanze fortführt; bald endlich fest werden, und sich zu Membranen (Häuten) ausbreiten kann, die entweder neue Zellenwände bilden, oder schon bestehende verdoppeln.

§. 310. Wir haben des Zuckers als eines im Innern der Pflanze häufig verbreiteten Stoffes schon gedacht. Man unterscheidet mehrere Arten von Zucker. Uns interessiren die verbreitetsten am meisten, und dieß sind der Rohrzucker und der Traubenzucker, die man nach den Pflanzen benannt hat, in denen sie am häufigsten vorkommen, nach dem Zuckerrohr nämlich, und nach der Traube des Weinstockes. Der Rohrzucker ist folgendermaßen zusammengesetzt:

24 At. Kohlenstoff,
22 » Wasserstoff,
11 » Sauerstoff;

der Traubenzucker aber:

24 At. Kohlenstoff,
28 » Wasserstoff,
14 » Sauerstoff.

Vergleicht man nun diese Zusammensetzung mit der des Zellenstoffes, des Stärkmehls und des Dextrins, die wir früher angeführt haben, so sieht man, daß der Unterschied nicht bedeutend ist, indem man zu diesen letzteren nur 2 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff, oder was dasselbe ist, 1 At. Wasser hinzuzufügen braucht, um genau die Zusammensetzung des Rohrzuckers zu bekommen, und zu diesem letztern nur neuerdings 4 At. Wasserstoff, und 2 At. Sauerstoff, oder 2 At. Wasser, um den Traubenzucker zu erhalten. Es ist merkwürdig, daß der beim Aufsteigen des Saftes durch Verdunstung stattfindende Verlust des Wassers auch von einem chemischen in den Stoffen begleitet wird, die er mit sich führt; denn man sieht den Traubenzucker durch den Rohrzucker ersetzt werden in dem Maße, als man den Saft der Pflanze weiter oben untersucht, oder anders gesagt, man sieht ihn einen kleinen Theil des Wassers verlieren, das in seine Zusammensetzung eingeht,

---

während sie nach links Statt findet, wenn er bereits in der Rinde und den Blättern verarbeitet wurde.

*) In diesem Zustande hat man ihn oft mit dem Gummi verwechselt, mit dem er dasselbe Ansehen und fast dieselbe Zusammensetzung hat. Aber die eigentlichen Gummi's, die übrigens sich noch durch mehrere physikalische und chemische Kennzeichen unterscheiden, scheinen das Produkt der in der Rinde verarbeiteten Säfte, und sind im Allgemeinen, wie die andern Säfte, auf welche man daselbst stößt (§. 313), mehr oder minder zusammengesetzte Substanzen.

§. 311. Wir wollen nun zu zusammengesetzteren Substanzen übergehen, die aber wie die vorhergehenden in dem Pflanzengewebe allgemein verbreitet zu seyn scheinen; es sind dieses die quaternären Verbindungen, in welchen sich der Stickstoff zu den drei andern Elementen gesellt. Es bilden diese das Fibrin, Albumin und Casein, deren eigentliche Zusammensetzung den Chemikern noch einige Zweifel übrig läßt, wegen der Schwierigkeit, sich über ihre Reinheit zu vergewissern *). Der seltsame Parallelismus, den diese quaternären Verbindungen mit den ternären Verbindungen, Zellenstoff, Stärkmehl und Dextrin, zeigen, ist aller Aufmerksamkeit würdig. Das Fibrin ist unlöslich wie der Zellenstoff, das Albumin koagulirt in der Wärme, wie das Stärkmehl, und das Casein ist löslich wie das Dextrin. Es befinden sich also diese stickstoffigen Substanzen in denselben Verhältnissen wie die andern, um beweglich zu werden, oder sich zu fixiren, je nach dem Bedürfnisse der Pflanze.

§. 312. Es frägt sich nun, welches ist die Kraft, die in der Pflanze eine dieser Substanzen in die andere umwandelt, entweder indem sie nur ihre Atomenordnung, oder durch Hinzufügung einiger Theile Wasser ihre Zusammensetzung ändert? Man kann wohl in den chemischen Laboratorien eine oder die andere dieser Reaktionen künstlich hervorbringen; es geschieht dieß aber zumeist mit Hilfe von Agentien, die wir nicht in dem organisirten Körper finden, welcher übrigens ihre zu schnelle und zu heftige Wirkung gar nicht vertragen würde. Die Mehrzahl der Erscheinungen scheint in ihnen durch langsam und in einer großen Ausdehnung wirkende Kräfte hervorgebracht zu werden, die sich schwer an einem einzelnen Punkte nachweisen lassen, die aber auf einer großen Zahl Punkte zugleich in Thätigkeit als Resultat aller dieser kleinen lokalen Aktionen eine Gesammtwirkung hervorbringen, durch welche wir wohl ihr Daseyn erkennen, ohne daß wir im Stande sind, ihre Wesenheit recht zu schätzen und zu bestimmen; indessen ist die Chemie doch dahin gekommen, Licht in einige dieser Aufgaben zu bringen. Wir wollen eine der interessantesten als Beispiel nehmen, nämlich die Verwandlung von Stärkmehl in Dextrin, wodurch es in der Kälte löslich, und sein Durchgang durch die Gewebe möglich wird. Die Herren Payen und Persoz haben gefunden, daß von dem Stärkmehl, welches in den Früchten gewisser Cerealien, gegen den Anheftungspunkt der Kartoffeln zu, und selbst unterhalb der Knospen gewisser Bäume angehäuft ist, ein Theil in dem Augenblick ver-

---

*) Nach den neuesten Untersuchungen, die in diesem Augenblicke von den Herren Dumas und Cahours publicirt werden, weichen die eben angegebenen Resultate, wenn auch sehr wenig, von der Wahrheit ab, indem das Fibrin durch einen kleinen Theil Stickstoff mehr und Kohlenstoff weniger von den beiden anderen Körpern sich unterscheidet. Ihre Zusammensetzung nach Gewichtstheilen ist in Wirklichkeit folgende:

	Kohlenst.	Wasserst.	Stickst.	Sauerst.
Fibrin	52,7	6,9	16,6	23,8
Albumin und Casein	53,5	7,0	15,7	23,8

Eine vierte Substanz, die man aus dem Samen der Cerealien auszieht, das Glutin, ist mit den zwei vorhergehenden isomer.

schwindet, wo das Korn zu keimen, der Knollen oder die Knospe zu treiben anfängt um einer neuen Substanz Platz zu machen, die die sonderbare Eigenschaft besitzt, die Stärkmehlkörnchen zu zersetzen, und in Dextrin zu verwandeln, ja bei länger fortdauernder Einwirkung, dieses selbst wieder in Zucker umzuändern *). Diese Einwirkung findet selbst in der Kälte Statt, denn selbst bei der Temperatur des schmelzenden Eises (also bei 0^0) bringen 12 Theile Diastase mit 100 Theilen Stärkmehl in 24 Stunden 11 Theile, bei 20^0 aber 77 Theile Zucker hervor. Man sieht, daß die Wärme diesen Vorgang begünstigt, und die Wirkung steigert sich in gleichbleibendem Verhältnisse, bis zu 70 oder 80^0, bei welcher Temperatur die Diastase ihr 5000faches Gewicht von Stärkmehl auflöst. Die Wissenschaft hat hier der Natur ein wichtiges und allgemein angewandtes Mittel zur Fabrikation der gummösen Syrupe aus Dextrin und Stärkmehlzucker entliehen.

§. 313. Wir haben längere Zeit bei der Zusammensetzung der Substanzen verweilt, die in den Pflanzen am verbreitesten sind, und den andern als Grundlage zu dienen scheinen. Ihre Kenntniß war nothwendig, um uns eine Idee der Vorgänge zu geben, welche die Natur zur Vollführung derjenigen Umwandlungen anwendet, deren Resultat die Organisation ist, und in denen wir einfache chemische Zusammensetzungen aus Elementen erblickten, deren Herkunft uns bekannt ist, und die unter dem Einflusse von Ursachen vor sich gehen, welche bald innerhalb, bald außerhalb des Kreises unserer Wahrnehmung und unseres Wissens liegen. Die andern vegetabilischen so zahlreichen und verschiedenartigen Substanzen, die sich durch eine weitere Verarbeitung und Umwandlung auf Kosten der eben untersuchten bilden, werden wir nur eine flüchtige Schau passiren lassen, indem wir sie unter einer kleinen Zahl sehr allgemeiner Kategorien zusammenfassen werden.

Die neuen Substanzen haben die Verhältnisse der ersteren geändert, indem sie von ihnen ein oder zwei Elemente wegnahmen, oder auch hinzufügten; das Resultat beider Fälle ist, daß sie an Kohlenstoff, an Wasserstoff, an Stickstoff oder an Sauerstoff verhältnißmäßig reicher werden. Der Holzstoff kann uns hier als Beispiel dienen; wir wissen, daß er es ist, der im Holze die Membran der Zellen überzieht, und aus diesem Grunde lange Zeit mit dem Zellstoffe verwechselt wurde. Vergleicht man die Zusammensetzung beider, so sieht man, daß der Holzstoff bei gleich bleibender Menge Sauerstoff ein wenig mehr Kohlenstoff und ein wenig mehr Wasserstoff enthält, und aus dieser doppelten Ursache muß er ein besseres Brennmaterial seyn, was auch die Erfahrung bestättigt, indem dasjenige Holz zum Heizen am besten taugt, in welchem der Holzstoff in einem überwiegenden Verhältnisse zum Zellenstoffe vorhanden ist. Dieses Verhältniß ändert sehr ab, und muß sehr viel zu der außerordentlichen Verschiedenheit der Hölzer beitragen. So findet man,

*) Der Stärkmehlzucker ist, wie wir schon erwähnt haben, dem Traubenzucker analog, indessen unter dem ersten Namen viel bekannter. (?)

daß das Rothbuchenholz ungefähr gleiche Theile von Zellenstoff und von Holzstoff enthält, während der letztere bei der Eiche $\frac{2}{3}$ und beim Ebenholz $\frac{9}{10}$ ausmacht.

Die augenfälligste Wirkung der Athmung in der Pflanze ist die Fixirung eines gewissen Theiles Kohlenstoff mehr, und die Fortschaffung von Oxygen. Diese Entziehung von Sauerstoff, welche zum Theil von der Zersetzung des Wassers herrühren kann, das in die Zusammensetzung der Säfte eingegangen ist, kann also auch in den neugebildeten Stoffen eine Vermehrung von Wasserstoffgehalt auf seine Unkosten herbeiführen; wirklich finden wir auch bei allen Stoffen, die in der Rinde unter dem Einfluß des Lichtes gebildet sind, diese beiden Kennzeichen, eine Vermehrung nämlich von Wasserstoff und vorzüglich von Kohlenstoff Das Chlorophyll, der Milchsaft, so wie die Harze, wesentlichen Oele und die Wachsarten zeigen uns dieses *). Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß alle diese Produkte von der Einwirkung des Lichtes herrühren, denn ohne dasselbe sieht man sie nach und nach sich verringern und verschwinden. Wir haben bereits von dem Verbleichen gesprochen, welches die Pflanze nach einem längern Aufenthalt in der Finsterniß zeigt, und welches eine Veränderung des Chorpphylls und Hindernisse in seiner Entwicklung voraussetzt. Dieselbe Ursache bringt nun auf den eigenen Saft, die Harze und die wesentlichen Oele ähnliche Wirkungen hervor. Unter den Beweisen für die Wahrheit dieser Behauptung brauchen wir nur einen gewöhnlichen Kunstgriff zu erwähnen, den die Gärtner bei der Kultur gewisser Küchengewächse anwenden, welche bei ihrer Entwicklung an Licht Säfte von einem zu starken Geruche, einem zu scharfen Geschmacke und selbst von gefährlichen Wirkungen besitzen würden, wie z. B. mehrere Doldenpflanzen. Sie bedecken nämlich den untern Theil der Pflanze, welchen man verwendet, mit Erde, und nennen dieses Bleichen (blanchir), weil er seine grüne Farbe verliert. Er verliert aber

*) Wir erwähnen hier der fetten Oele nicht, weil sie gewöhnlich in der Frucht und in dem Kern des Samenkornes auftreten, und daselbst in kleinen Tröpfchen im Innern der Zellen sich bilden. »Diese Oele sind Körper, welche im Wasser unlöslich, bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, und nicht fähig sind, sich ohne Zersetzung zu verflüchtigen. Die Wachsarten unterscheiden sich von ihnen in nichts, als daß sie bei gewöhnlicher Temperatur fest sind. Die flüchtigen oder wesentlichen Oele, welche den fetten Oelen ähnlich sind, unterscheiden sich von diesen durch einen mehr oder minder starken Geruch, eine schwache Löslichkeit im Wasser, und endlich durch die Eigenschaft, sich ohne Zersetzung zu verflüchtigen. Die Harze begreifen trockene, mehr oder minder zerbrechliche, in Alkohol leicht lösliche und durch die Einwirkung der Wärme mehr oder minder veränderliche Körper unter sich.« Diese Definitionen, die wir Herrn Chevreul entlehnen, sind die einzigen, nach welchen wir hier diese Körper bestimmen können. So wie sie die Natur uns darbietet, sind es immer mehr oder weniger zusammengesetzte Substanzen, deren Zusammensetzung sich nothwendiger Weise einer allgemeinen unscharfen Bestimmung ihrer chemischen Charaktere entgegen setzt. Ihre genauere Untersuchung würde uns weit über die Gränzen hinausführen, die uns hier gezogen sind.

auch zu gleicher Zeit die kräftigen Eigenschaften seiner Säfte, und wird dadurch schmackhaft und unschädlich.

§. 314. Wirkt wohl die Athmung auf die zusammengesetzten Substanzen in Bezug auf ihren Gehalt an Stickstoff? Wir wissen, daß die Luft ihn zuweilen liefern kann, aber in geringer Menge und nicht beständig; andererseits sagt Saussure, daß sich eine kleine Menge davon während des Tages mit dem Sauerstoff verbindet. Immer aber findet sich eine bedeutende Menge desselben in den Säften der Rinde, sey es nun, daß die stickstoffigen Verbindungen, welche in den Säften enthalten waren, eine Veränderung erlitten, oder daß sie sich blos einfach koncentrirten. Der Lebens- oder Milchsaft verhält sich, wenn man ihn in hinlänglicher Menge aus der Pflanze entnommen hat, und sich selbst überläßt, auf die Art wie Milch oder Blut, indem er sich in zwei Portionen theilt, wovon die eine flüssig und durchsichtig, die andere geronnen und undurchsichtig ist. In einigen Pflanzen könnte man ihn beinahe animalisirt nennen. Es ist dieß die einzige vegetabilische Flüssigkeit, bei der man diese Eigenschaft findet.

§. 315. In den Zellen der Rinde bilden sich auch jene quaternären Verbindungen, die man jetzt mit dem Namen der Alkaloïde bezeichnet, indem sie die Eigenschaft haben, sich mit den Säuren wie die Alkalien zu verbinden. Auf diese Art mit einigen wenigen Pflanzensäuren verbunden findet man sie in der Natur. Neuere Untersuchungen haben ihre Zahl außerordentlich vermehrt, und man bezeichnet sie im Allgemeinen mit den Namen der Pflanze, von der sie stammen oder auch mit einem andern Worte, woran man die Endung „in" anhängt (lateinisch „ina" französisch „ine") z. B. Chinin, Strychnin, Morphin u. s. w. Natürlich betrafen diese Untersuchungen zumeist Pflanzen von ausgezeichneten Eigenschaften, deren fast jede eine, oder sogar mehrere verschiedene Alkaloïde lieferte. Alkaloïde aus derselben Pflanze scheinen eine Verwandtschaft unter einander zu haben, die aus einem wohlbekannten Beispiele leicht ersichtlich werden wird. Die Rinde der Chinabäume hat ihrer drei aufzuweisen, das Cinchonin, das Chinin und das Cusconin; alle drei enthalten in ihrer Zusammensetzung 20 At. Kohlenstoff, 24 At. Wasserstoff, und 2 At. Stickstoff; das Cinchonin hat außerdem noch 1 Atom, das Chinin 2, und das Cusconin 3 At. Sauerstoff, so daß die 3 erstern Stoffe sich zu einer Verbindung vereinigt zu haben scheinen, welche die Rolle eines einfachen Körpers spielend, sich in 3 Stufen oxydirt haben, um die drei Alkaloïde zu liefern. An diese Bestandtheile sind die energischen Kräfte vieler Pflanzen gebunden, und die wenigen erwähnten Beispiele haben uns einige berühmte Arzneimittel und einige heftige Gifte vorgeführt.

§. 316. Wir haben die wichtigsten Substanzen aufgeführt, die sich durch Entziehung eines Theiles Sauerstoff bilden. Geschieht das Gegentheil, wird der Sauerstoff vermehrt, so entstehen Säuren. Man findet die Pflanzensäuren, deren Zahl die neuere Chemie ebenfalls bedeutend vermehrt hat, selten frei in den lebenden Geweben, sondern entweder mit den Alkaloïden oder mit mineralischen von außen eingeführten alkalinischen Stoffen verbunden. Eine der ver-

breitetsten ist die Kleesäure, die merkwürdig ist durch ihre binäre Verbindung, vermöge welcher sie sich so sehr der Kohlensäure annähert, von der sie nur durch eine kleinere Menge Sauerstoff differirt, von dem sie 3 Theile auf 2 Theile Kohlenstoff enthält. Viele sind ternäre Verbindungen, wie die Essig-, Citronen-, Pektin-, Aepfel-, Weinstein-Säure u. s. w., sehr wenige quaternäre mit einem starken Antheil Stickstoff, wie die Asparagin- oder Aspartsäure u. s. w. Die Blausäure enthält gar keinen Sauerstoff, sondern eine enorme Menge, fast die Hälfte dem Gewichte nach, von Stickstoff. Dieser Stickstoff mit Kohlenstoff verbunden, bilden eine Basis, das Cyanogen, welches sich mit 3 Theilen Wasserstoff verbindet, um die angeführte Wasserstoffsäure zu bilden, die man in den bittern Mandeln, im Kirschlorbeer und in mehreren Theilen der Pflanzen dieser Familie antrifft.

§. 317. Die Hervorbringung eigentlicher Säuren, die durch eine Vermehrung von Sauerstoff entstehen, muß durch die nächtliche Respiration, durch welche dieses Element in Uiberfluß in die Pflanze dringt, sehr begünstigt werden. Daher findet man auch die größte Zahl und die größte Menge von Säuren in solchen Theilen, die der Sonne entzogen und anders als grün gefärbt sind, wie in den Wurzeln und den Früchten. Erinnern wir uns hiebei, daß wir dieselben Theile, auch oft Depots für mehr oder minder beträchtliche Mengen von Stärkmehl und Zucker werden sehen, d. h. von Stoffen, die uns die Zusammensetzung aus nahezu gleichen Theilen Wasser und Kohlenstoff darbieten, und die unter dem Einflusse des Lichtes sich dahin verändert haben, daß sie einen größern Antheil Wasserstoff und besonders Kohlenstoff aufnahmen. Es ist nothwendig, daß sie, einmal gebildet, an den Stellen ihrer Anhäufung nicht modificirt werden, oder daß sie einmal modificirt, auf ihre erste Zusammensetzung zurückgeführt werden durch Entziehung des Uiberschusses von Kohlenstoff, der sich durch die Respiration des Tages in ihren grünen Theilen angehäuft hat. Dieß ist nun die Wirkung, welche die andere Art oder Periode der Athmung hervorbringt; dieß erklärt vielleicht das von den unterirdischen Theilen gezeigte Bedürfniß von Sauerstoff und den wohlthätigen Einfluß, den die Nacht auf die Vegetation haben kann, indem sie das Gleichgewicht nach der energischen Thätigkeit des Tages herstellt.

§. 318. Diese Absorbtion des Sauerstoffes durch die Pflanzentheile ist übrigens keine Erscheinung, welche blos dem Leben eigen ist. Setzt man nach ihrem Tode Pflanzentheile in Berührung mit Sauerstoff und Wasser, so verschwindet der erste, indem er sich mit dem Kohlenstoff der Pflanzensubstanz verbindet, und es bildet sich Kohlensäure. Während dieser höchst langsamen Verbrennung ändert die Substanz ihre Form und Farbe, und geht nach und nach in einen schwärzlichen Staub über, welcher unter dem Namen Dammerde oder humus bekannt ist, und in dem man die Elemente wieder findet, die sie im Leben enthielt, aber in veränderten Verhältnissen. Indessen findet sich noch immer der Kohlenstoff mit den Elementen des Wassers verbunden, und sie bilden eine Verbindung, welche dem Stärkmehl sehr ähnlich ist, und sich nur durch die geringere

Menge Wasser (6 statt 10 Theile auf 24 Theile Kohlenstoff) unterscheidet. Diese Substanz, die man Ulmin nennt, ist im Wasser nicht löslich, wird es aber, wenn sie sich mit denjenigen Alkalien verbindet, die in der Dammerde gewöhnlich vorhanden sind, und die ihre Bildung durch ihre Gegenwart beschleunigen. Der größte Theil der Physiologen schreiben ihm eine für die Vegetation sehr wichtige Rolle zu, denn wenn sie einmal z. B. mit Kalk verbunden ist, so löst sie sich im Wasser auf, und die in der Dammerde wurzelnde Pflanze saugt sie auf; ist sie einmal aufgesaugt, so braucht sie sich nur mit einigen Theilen Wasser zu verbinden, um die Zusammensetzung des Stärkmehls zu erhalten, und wird so eine reiche Quelle für organische Materien. Indessen hat Herr Liebig neuerlich einige Zweifel über diesen Punkt erhoben. Er wirft ein, daß das Ulmin zu seiner Auflösung das 2500fache Gewicht vom Wasser braucht, und daß folglich alles Wasser, welches eine Pflanze aufsaugt, zuletzt doch nur eine außerordentlich geringe Menge davon enthalten kann, daß das Wasser den alkalinischen Stoff mit sich führen und dann nach seiner Zersetzung in dem Gewebe zurücklassen mußte, daß aber indessen die Summe dieser Stoffe, die man in der Asche der Pflanze nachweisen kann, auf eine Quantität Ulmin hinweist, die wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit völlig bedeutungslos ist. Er schließt daraus, daß der größte Theil des Kohlenstoffes, den der Saft enthält, nicht aus dieser Quelle herrührt, sondern von der während der Zersetzung der vegetabilischen Reste erzeugten Kohlensäure, die in dem Wasser der Erde aufgelöst ist, und mit ihm von den Wurzeln aufgesogen wurde. Welche Erklärung man aber immer aufstelle, so ist doch der Boden für die Pflanze eine reiche Quelle von Kohlenstoff, und um so fruchtbarer, je mehr sie dessen in einem Zustande enthält, der seine Auflösung im Wasser erleichtert.

§. 319. Wir haben gesehen, daß die Pflanze einen großen Theil desselben aus der Luft schöpft, also zur Noth den der Erde entbehren könnte, und daß ein Saamenkorn, dessen einzige Nahrung reines Wasser war, sich zu einer ziemlich vollkommenen Pflanze entwickeln konnte. Nichts desto weniger hält diese Entwicklung bald inne, und man sieht keine neuen Gewebe sich mehr bilden. Unter den nothwendigen Ursachen dieses Stillstands, der leicht zu begreifen ist, stellt sich eine Betrachtung obenan, auf die wir schon mehreremale hingeführt wurden. Alle Gewebe zeichnen sich bei ihrem Entstehen durch einen Ueberfluß von stickstoffhaltigen Substanzen aus, den man also als eine der Bedingungen ihrer ersten Entwicklung ansehen muß. Aller Stickstoff des Samenkornes, wo seine Gegenwart überhaupt sicher ist, wird nun trotz des zuweilen aus der Luft genommenen Zuschusses durch das Wachsthum der Pflanze bald erschöpft seyn. Sie muß also von dem Boden den Betrag von Stickstoff fordern, der ihr zur Fortsetzung des Wachsthums nöthig ist.

§ 320. Das, was das Wasser der Erde davon enthalten kann, sey es durch Auflösung einiger damit zusammengesetzter Erdsalze, sey es durch die ammoniakalischen Dämpfe, die ihm der Regen bringt, würde bei weitem unzulänglich seyn, ohne die Niederlage, die an der Ober-

fläche des Bodens durch pflanzliche und thierische Reste, von denen die letzteren daran besonders reich sind, davon aufgehäuft ist. Daher die Nützlichkeit des Düngers dort, wo der Mensch gewisse Gewächse auf einem beschränkten Raume vervielfältigen will, um so mehr, als diese Gewächse, die meistens zur Nahrung von Menschen oder Thieren dienen, in ihren Geweben viel von diesen Stoffen aufhäufen müssen, — daher die dringende Nothwendigkeit desselben in den Fällen, wo diese Gewächse, wie die Getreidearten z. B., ihren Stickstoff nicht direkt aus der Atmosphäre entnehmen. Er wird zuerst dem Saft in dem Zustande des Ammoniaks beigemengt.

§. 321. Es bleiben uns unter den von der Erde gelieferten Stoffen noch die mineralischen und ihr Einfluß auf die Vegetation zu untersuchen übrig. Dieser Einfluß kann von zweierlei Art seyn, der eine durch die, die sich im Wasser nicht lösen können, und die vermischt mit den pflanzlichen und thierischen Resten, aus denen eine fruchtbare Erde zusammengesetzt ist, um die Wurzel herumliegen bleiben, der andere durch jene, welche aufgelöst in die Pflanze eindringen und sich mit ihrem Safte vermengen.

§. 322. Man wird ohne Aufführung vieler Einzelnheiten leicht begreifen, wie mächtig der erste ist, und wie sehr er nach der ursprünglichen Beschaffenheit des Bodens wechselt. Der Thon, der das Wasser zurückhält, und der Sand, der es ganz durchgehen läßt, stellen die beiden entgegengesetzten und äußersten Bedingungen dar, unter welchen nur sehr verschiedene Pflanzen leben können, und wenn wir uns erinnern, wie dringend das Bedürfniß des Wassers im Innern und der Berührung der Luft an den Wurzeln für viele Pflanzen ist, so läßt sich leicht beurtheilen, daß eine passende Mischung von verschiedenartigen Bestandtheilen, welche das Wasser hinlänglich zurückhalten, und doch die Luft frei eindringen lassen, die günstigsten Bedingnisse für die Vegetation darbieten wird. Die mineralischen Stoffe, die zur Festhaltung von Ammoniak und Kohlensäure geeignet sind, werden um das Gewächs herum einen Theil davon fesseln, der sich sonst verflüchtigt hätte, und werden ihn als einen Vorrath aufbewahren, der hinzutreten wird zu der Quantität, den die Luft direkt liefert, und der in dem Wasser bereits aufgelöst seyn konnte. Aus einer ähnlichen Ursache schreibt Herr Liebig dem Gyps und den Eisensalzen einen so wohlthätigen Einfluß zu, denn der Gyps sowie die Eisen- und Thonoxyde ziehen das Ammoniak an, und bilden mit ihm eine feste Verbindung, aus der es sich nach und nach durch das Regenwasser losmacht, um mit ihm von den Pflanzenwurzeln aufgesogen zu werden.

§. 323. Was uns aber hier noch mehr interessirt, ist die Kenntniß der mineralischen Substanzen, die selbst löslich in die Pflanze eindringen, und sich ihr einverleiben. Sie können dabei entweder flüssig bleiben, oder die feste Form annehmen, was entweder durch Verdunstung des auflösenden Wassers oder dadurch geschieht, daß sie auf ihrem Wege auf eine Säure stoßen, mit der sie ein unlösbares Salz bilden, welches dann an der Stelle sich festsetzt, wo es gebildet wurde. Wir haben schon in §§. 20, 22, die Formen angegeben, die

diese mineralischen Substanzen im Gewebe der Pflanze aufzunehmen pflegen, so wie die Stellen, wo man sie am häufigsten antrifft; es ist dieß vorzüglich der Fall in der Nähe der Rinde, welche der Sitz der lebhaftesten Verdunstung ist. Die Menge der mineralischen Substanzen steht gewöhnlich im geraden Verhältnisse mit der Lebhaftigkeit des Wachsthums, weil diese die Aufnahme einer größeren Menge von Wasser, und also auch von darin gelösten mineralischen Substanzen bedingt. Die Menge der löslich bleibenden kann in verschiedenen Perioden abändern, die der unlöslichen kann natürlich mit dem Alter nur zunehmen.

Ihre Quantität kann man leicht mittelst der Verbrennung erfahren. Das Feuer zerstört ohne Ausnahme alle pflanzlichen Stoffe (was nebenbei einer ihrer Charaktere ist); es zerstört aber nicht die mineralischen Substanzen, die die Pflanze enthielt, und die nun die Asche bilden. Wiegt man nun einen Pflanzenkörper und dann die durch seine Verbrennung entstandene Asche, so erhält man das gesuchte Verhältniß.

§. 324. Die mineralischen Substanzen, die man am häufigsten in den Pflanzen trifft, sind: Das Kali (Potasche), die Soda (Natron), der Kalk, die Bittererde (Magnesia), die Kieselerde und selten die Thonerde, zuweilen ein wenig Eisen und Mangan. Diese Körper können sich bereits im Zustand von Salzen befinden, also verbunden mit gewissen mineralischen Säuren, der Schwefelsäure, Phosphorsäure u. s. w., was die Gegenwart des Schwefels und des Phosphors in einigen Fällen erklärt. Die Verbindung mit der Kohlensäure kann innerhalb oder außerhalb der Pflanze Statt gefunden haben. Die Salze, die sich innerhalb der Pflanze durch Verbindung mit Pflanzensäuren gebildet haben, und die man vegeto-mineralische Substanzen nennen sollte, bestehen zumeist aus Kalk oder Kali mit Klee-, Apfel-, Citronensäure u. s. w.

§. 325. Es ist natürlich, daß die Beschaffenheit dieser Verbindungen in steter Beziehung zu der Beschaffenheit des Bodens steht, in dem die Pflanze wächst; die eine kann nicht empfangen, was der andere nicht geben kann. Nimmt die Pflanze sie aber unterschiedslos auf, oder anders gesagt, besitzt die Pflanze gewisse Substanzen darum, weil der Boden, auf dem sie wächst, diese enthält, oder wächst sie vielleicht gerade deßhalb auf diesem Boden? Für einige Pflanzen unterliegt die Antwort keinem Zweifel; so enthält die Mehrzahl der Pflanzen, die am Meeresufer wachsen, viel Soda, welche von dem im Meerwasser enthaltenen Sodiumchlorid oder Kochsalz herrühren, und sie wachsen außerdem nirgends anders als in der Nachbarschaft von Salinen, selbst weit vom Meere mitten in Binnenländern, wo sie aber im Boden dieses Salz wieder finden. Es ist ihnen also unentbehrlich; sie nehmen es nicht auf, weil sie es gerade finden, sondern sie befinden sich dort, weil sie es dort aufnehmen können. Gewisse sehr natürliche Familien von Pflanzen, d. h. solche, die in allen wesentlichen Punkten ihrer Organisation ähnlich sind, zeigen alle in ihren Geweben dieselben mineralischen Substanzen, und man muß daraus schließen, daß die Gegenwart derselben im engen Bezug zu

ihrer Organisation steht. Die Familie der Gräser (Gramineen) geben ein doppeltes Beispiel dafür. Ihre vollkommenen Früchte (bei den Getreidearten) enthalten bedeutend viel phosphorsaure Bittererde und Ammoniak; ihre Stengel, fast ohne Ausnahme, Kieselerde, welche ihre Oberhaut und ihre Knoten überzieht (§. 20). Diese Kieselerde gibt dem Stroh die Eigenschaft, der Fäulniß so lange zu widerstehen, seine Starrheit, seine Härte, die die Sensen und Sicheln oft stumpf macht, und bewirkt, daß die Oberfläche großer Stämme, wie die des Rotangs, am Stahle Feuer gibt.

Indessen geschieht es doch auch oft, daß dieselbe Pflanze, wenn sie auf verschiedenem Boden wächst, nicht dieselben Salze darbietet. Dieß ist der Fall, weil nach Herrn Liebig gewisse Basen eine die andere ersetzen können; es sind dieß diejenigen, welche mit einer und derselben Pflanzensäure Verbindungen eingehen können. Er glaubt sogar, daß die verhältnißmäßige Menge der Säuren in den Pflanzen, in denen sie als organische Substanzen auftreten, einer gewissen Bestimmtheit unterworfen sind, und daß folglich die Basen, die sich mit ihnen vereinigen, immer so ziemlich äquivalent bleiben, auch wenn sie je nach dem Boden verschieden sind.

§. 326. Man wird demnach zu dem Glauben gebracht, daß alle diese Substanzen, wenn sie auch unorganisch sind, doch eine bedeutende Rolle in der Organisation spielen, und daß ihre Menge und Beschaffenheit sich in einem bestimmten Bezug zu den Bedürfnissen der Pflanze finden, die für eine gewisse Pflanze oder für eine gewisse Klasse (Familie) von Pflanzen constant sind. Die mineralischen Körper würden somit einen zweifachen Einfluß auf das Leben der Pflanzen ausüben: einen allgemeinen, indem sie um die Pflanzen herum einen größeren Vorrath ihrer eigentlich ernährenden Principien anhäufen; — und einen besonderen, indem sie in Pflanzen eindringen, und ihnen Stoffe liefern, welche sich mit den organischen Substanzen verbinden, ohne sich eigentlich assimiliren zu können, sie durch ihre Gegenwart anregen oder in den festen Zustand bringen, oder zum Theile neutralisiren. Sie scheinen, bei aller Unwissenheit, in der wir uns über sie befinden, nöthig zum Leben, dessen sie selbst beraubt sind, und wechseln je nach den verschiedenen Gewächsen. Der Oekonom mengt der Erde als Bodenverbesserung verschiedene unorganische Substanzen, wie Gyps, Mergel, Asche u. s. w. bei, die er nach der Beschaffenheit des Bodens und nach der Pflanze, die er bauen will, abändert *).

§. 327. Aussonderungen. Der Organismus hat in sein Inneres von außen kommende Stoffe aufgenommen, er hat daraus herausgezogen, bei Seite geschafft, abgesondert, alles, was zu seiner Ernährung verwendbar war. Es bleibt dann ein gewisser Theil übrig, der zu dieser Bestimmung untauglich ist, und dessen der organisirte Körper sich zu entledigen, ihn nach außen zu bringen, auszuson-

*) Die Ansichten, die hier entwickelt sind, stehen mit denen im §. 206 in einigem Widerspruche. Man sehe diesen.

dern strebt. Diese Auswurfstoffe können die Zusammensetzung beibehalten, die sie bei ihrem Eindringen in den Körper besaßen, oder sie können sie als Folge der im Innern vorgegangenen Zersetzungen und Verbindungen verändert haben.

Bei den Thieren finden wir, mit Ausnahme der am tiefsten stehenden, gewisse Wege, meist eigene Kanäle, die bestimmt sind, die Aussonderungen nach außen zu schaffen, und ihre Untersuchung unterliegt daher größtentheils keinen Schwierigkeiten. Nicht so aber ist es bei den Pflanzen; zwar sind von Herrn Ad. Brongniart kleine aussondernde Kanäle in den Drüsen beobachtet worden, welche den Grund der Blumen von manchen Liliaceen besetzen. Man kann aber doch sagen, daß diese Kanäle im Allgemeinen fehlen, und daß die auszustoßenden Stoffe keine anderen Wege finden, als dieselben, die zur Einführung der Nahrungsstoffe dienen. Wenn sie also nicht durch die oberflächlichen und direkt nach außen geöffneten Drüsen entweichen, so müssen sie entweder vermittelst Durchlassung durch die Wände der Oberhaut, oder durch die Spaltöffnungen, oder durch andere natürliche Trennungen des Zusammenhanges an der Oberfläche der Pflanze ihren Ausweg finden.

§. 328. Man muß drei Arten solcher auf die Oberfläche ausgestoßenen Substanzen unterscheiden, die mit Unrecht unter dem gemeinschaftlichen Namen von Aussonderungen zusammengeworfen werden: 1. diejenigen, welche auf der Oberfläche ausgebreitet sind, und daselbst verbleiben, um sie zu beschützen, welche also fortfahren, dem Leben zu dienen; es sind dieß meistens harzige oder wachsartige Stoffe, die für das Wasser undurchdringlich sind, und folglich als eine Art von Firniß einerseits die Einwirkungen der äußern Feuchtigkeit auf die Gewebe verhindern, andererseits die Verdunstung mäßigen. Den ersten Gebrauch sieht man zum Beispiel an den Knospenschuppen vieler unserer Bäume, die durch diese mehr oder minder dicke Hülle gegen die kalte und feuchte Atmosphäre des Winters geschützt sind. Die Knospen der Pappel und der Roßkastanie zeigen diese harzige Ausschwitzung in einem sehr bedeutenden Grade. Die zweite Verwendung muß man bei der Mehrzahl von Pflanzen voraussetzen, die diesen Ueberzug im Sommer zeigen, besonders wenn sie auf trockenem und sandigem Grunde wachsen, wo ihnen das Wasser oft mangelt, und es ihnen höchst nöthig wird, so wenig als möglich davon entweichen zu lassen. In vielen Gegenden von Chili, so wie in den peruanischen Andes, wo Luft und Boden lange Zeit trocken sind, zeigen viele Sträucher diese harzigen Ausschwitzungen an ihrer Oberfläche. Die Bekleidung derselben durch drüsige Haare oder kleine Drüsen findet man häufig. Das klebrige und überhängende Leimkraut (Silene viscaria et nutans), die Klebnelke (Lychnis viscaria), der Diptam (Dictamnus fraxinella) sind Beispiele, denen man bei uns überall begegnen kann.

Die wachsartigen Stoffe haben ähnliche Beschaffenheit und Nutzen; sie bilden den weißlichen Staub, der viele Blätter, z. B. die des Kohls, bedeckt, und den man bei einigen Früchten, wie bei den Pflaumen, den Trauben (auch den Birnen, Aepfeln u. s. w., nur

nicht so deutlich), findet und daselbst den Duft nennt. Taucht man ein so bedecktes Blatt in das Wasser, so sieht man, daß es nicht naß wird. Gewöhnlich ist es die untere Fläche, welche zumeist der Sitz der lebhaftesten Verdunstung ist, und wo sich dieser wachsartige Ueberzug ausschließlich, oder wenigstens stärker zeigt. Dieß führt uns auf den Schluß, daß er bestimmt ist, die Ausdünstung zu mäßigen, und die Flüssigkeiten zurückzuhalten. Für die Früchte, wo sich ein flüssigerer und häufigerer Saft angehäuft findet, ist dieß ganz augenscheinlich. Die Stämme einiger Palmen, vorzüglich der Wachspalme der Andes (Ceroxylon andicola), sind mit einer dicken Schichte dieser Substanz bedeckt, welche wahrscheinlich von der Basis der Blätter herabgeronnen ist. (?)

Die eiweißähnliche Schichte, welche die Mehrzahl der im Meere oder im süßen Wasser untergetaucht lebenden Pflanzen überzieht, hat fast unzweifelhaft dieselbe Bestimmung: nämlich das von ihm überzogene Gewebe gegen die Einwirkung des umgebenden Wassers zu schützen, in dem es bald maceriren würde. Es fragt sich aber hier, ob diese Substanz wie das Wachs und das Harz im Innern der Gewebe gebildet und nach außen ausgeschwitzt ist. Es ist bisher zweifelhaft, und Herr Mohl nimmt an, daß es nichts sey als die außen ausgebreitete Zwischenzellensubstanz (§. 15).

§. 329. 2. Die ausgestoßenen Stoffe können dieselben seyn, wie die im Innern aufbewahrten. Sie sind dann nur eine aus den Gefäßen ausgetretene Partie von diesen, und man kann sie augenscheinlich nicht als eigentliche Aussonderungen betrachten, d. h. sie nicht für Stoffe ansehen, die als untauglich zur Ernährung ausgestoßen sind; sie sind es nur momentan geworden, indem jeder Organismus nur eine gewisse Menge Nahrung verzehren und als Vorrath aufbewahren kann, und der Ueberschuß nothwendiger Weise einen Abzug nach außen auf natürlichen Wegen suchen muß. Die Rinde wird dann oft von dem Andrang dieser Stoffe gesprengt, und die Risse öffnen ihnen einen Ausweg Aus ihnen fließen dann die Gummi's, die eigenen Säfte und die Harze aus, wie wir es an einigen unserer Bäume beobachten können, die Gummi's z. B. bei den Kirsch- und Pflaumenbäumen, die Harze bei den Tannen und anderen Nadelbäumen. Dieser Ueberfluß, der sich durch diese Ausflüsse zeigt, ist oft das Zeichen, ja selbst das Resultat eines gesunden und kräftigen Wachsthumes, oft aber das einer Störung in den Funktionen, eine Krankheit. In der Reihe von chemischen Verwandlungen, welche die Nahrungsstoffe erleiden müssen, fehlt irgend eine Bedingung, ist ein fehlerhaftes Glied, und daher rührt dann diese Stockung. Die gebildete Substanz wird von den Organen zu den nachfolgenden Umwandlungen, zu denen sie dienen sollte, nicht wieder aufgenommen, sie häuft sich an, tritt nach außen, und kann selbst in einigen Fällen ganz neue und ungewöhnliche Verbindungen bilden.

Die Substanzen, von denen wir gesprochen haben, treten im flüssigen Zustande aus, quillen aus der Rinde hervor, aber verdicken sich bald an der Luft, und werden oft zu sehr festen Massen; andere,

wie die wesentlichen Oele, entweichen in einer anderen Form, indem sie als Dampf die Gewebe ohne Verletzung durchdringen.

§. 330. 3. Die zur Ernährung untauglichen und ausgestoßenen Stoffe verdienen eigentlich und allein den Namen von Aussonderungen. Es unterliegt großen Schwierigkeiten, zu bestimmen, welche eigentlich in diesem Falle sind; selbst die Produkte der Drüsen, welche wir nach außen hervorquillen, oder sich verflüchtigen sehen, lassen uns in dieser Rücksicht in einigem Zweifel, weil es möglich ist, daß sie zum Theile wieder aufgesogen und in die Nahrungsflüssigkeit zurückgebracht werden, und weil dann der nach außen verloren gehende Theil, wie in dem frühern Falle, nichts wäre als ein bloßer Ueberfluß, dessen sich die Gewebe entledigen. Gibt es nun einen allgemeinen Weg, durch den der Pflanzenkörper, nachdem er aus den Nahrungsstoffen alle zu assimilirenden Theilchen erschöpft hat, alles Untaugliche nach außen schafft? Viele Autoren haben geglaubt, daß dieß eine Funktion der Wurzeln sey, und diese Theorie erscheint sehr wahrscheinlich. Der Saft, der durch die Wurzeln eindringt, durchläuft zuerst den ganzen Holzkörper, wird dann in der Rinde vollkommen organisirt, und steigt durch diese herab, indem er auf diesem Wege allen Theilen ihre Nahrungsbestandtheile liefert, und kehrt endlich in die Wurzeln zurück, wo er natürlich eines Theils seiner Bestandtheile, die er unterwegs abgegeben, beraubt zurückkommen muß. Es handelt sich nun darum, zu wissen, ob dieser Ueberrest nach außen gestoßen, oder wieder aufgenommen, und mit dem rohen Nahrungssaft vermischt wird, wie dieser Vorgang mit dem venösen Blute der Thiere Statt findet. Es ist eine Thatsache, daß man um die Enden vieler Wurzeln herum kleine Krümchen oder Flocken einer Substanz findet, die das Ansehen einer Gallerte oder eines Schleimes hat, und Wasser unter Aufquillen aufsaugt. Sie klebt die kleinen Körnchen Erde oder Sand zusammen, die man oft an den Enden der Wurzel kleben findet. Man kann sie schwer für etwas Anderes ansehen, als für Aussonderungen der Wurzel.

Ist man nun berechtigt zu schließen, daß dieses ein Rest der Nahrungsflüssigkeit sey, der durch ihre zur Ernährung untauglichen Theile gebildet ist? Die Untersuchungen des Herrn Macaire Prinsep schienen dieß außer Zweifel zu setzen, sowohl nach der Analyse einiger dieser Substanzen, verglichen mit den Nahrungsstoffen derselben Pflanze, als auch nach der Beobachtung, daß verschiedene Auflösungen von giftigen Salzen (wie essigsaures Blei, salpetersaures Silber u. s. w.), die von einer Pflanze aufgesogen wurden, sogleich in dem reinen Wasser zu finden waren, in das man die Wurzeln der Pflanze hierauf brachte. Man schloß daraus, daß die Pflanze sich auf diesem Wege der für sie untauglichen oder schädlichen Stoffe entledigt habe, allein die ähnlichen Versuche der Herren Unger, Meyen und Welser gaben nur negative Resultate, und es ist also sehr schwer, über den ganzen Gegenstand etwas Bestimmtes zu sagen.

§. 331. Die Annahme dieser Ansicht würde zu wichtigen Konsequenzen führen; wenn sie wahr wäre, so würde daraus folgen, daß die Pflanze in dem Boden um sich herum für sie weiterhin völlig

unbrauchbare Stoffe anhäufte; dieß würde erklären, warum die Wurzeln genöthigt sind, sich immer weiter auszubreiten, und warum ein Baum an einer Stelle schlecht gedeiht, wo früher einer derselben Art stand. Es gibt Pflanzen, die einander offenbar durch ihre Nachbarschaft schaden, es gibt im Gegentheil wieder andere, die neben einander vorzüglich gedeihen. Die Wurzelaussonderungen sind je nach der Pflanze verschieden, und die von einer ausgestoßenen Substanzen können der anderen sehr schädlich seyn, oder ihr im Gegentheil nützen, wie man denn auch sieht, daß die Excremente einiger Thiere anderen zur Nahrung dienen. Die Pflanzen, die einander fliehen, wären also im ersten Falle, die einander suchen, im zweiten. Der Oekonom kann bei der Kultur einjähriger Pflanzen im Allgemeinen auf demselben Boden nicht mehrere gute Ernten hinter einander machen; er trägt also Sorge, mit den Pflanzen zu wechseln, und die Erfahrung hat ihn gelehrt, welche er auf einander folgen lassen muß, um den Boden ruhen zu lassen, statt ihn zu erschöpfen. Man nennt dieß die Koppel- oder Schlagwirthschaft (assolement), welche also nichts wäre, als eine Anwendung der vorhergehenden Theorie, und die von der Untersuchung über die Natur der Aussonderungen der Wurzeln den größten Nutzen ziehen würde.

Indessen können wir wohl sagen, daß sie nicht nöthig ist, um alle die angeführten Thatsachen zu erklären. Es leuchtet ein, daß eine Pflanze, die in einem gewissen Boden wächst, ihm eine mehr oder minder große Menge der zu ihrer Ernährung nöthigen Substanzen entziehen wird, und daß nun eine Pflanze derselben Art, die mit denselben Bedürfnissen auf ihre Stelle kömmt, nicht in hinreichender Menge dieselben finden wird, während eine Pflanze einer anderen Art mit anderen Bedürfnissen, die Art und die Menge von Substanzen antreffen wird, die ihr nöthig sind. Neuere Untersuchungen, deren wir schon gedachten, haben ein großes Licht, besonders auf diese Frage geworfen. Es gibt Pflanzen, wie z. B. die Getreidearten, die ihren sämmtlichen Stickstoff aus der Erde schöpfen; es gibt andere, wie die Hülsenfrüchte, (Leguminosen), welche ihn aus der Luft entnehmen können. Die letzteren werden also, ohne Mangel zu leiden, den ersteren folgen können. Nun ist aber die Aufeinanderfolge von Getreide und Hülsenfrüchten eine der am meisten gebräuchlichen in der Koppelwirthschaft. Während des Zeitraumes von mehreren mit Einsicht abgewechselten Kulturen trachtet der Boden unter dem Einflusse der atmosphärischen Agentien wieder seine frühere Zusammensetzung anzunehmen.

§. 332. Es wäre vielleicht hier der Ort, von den Farben, den Gerüchen und der eigenen Wärme der Pflanzen zu sprechen, denn diese verschiedenen Erscheinungen hängen so wie die Mehrzahl der früher besprochenen von chemischen Zusammensetzungen und Zersetzungen ab. Nichts desto weniger wollen wir diesen Gegenstand verschieben, bis wir eine vollkommene Kenntniß des Baues der Blume erlangt haben, indem an den Blumen Gerüche und Farben in ihrer größten Mannigfaltigkeit beobachtet werden, und auch bei ihrer Entwicklung die Erscheinung der eigenen Wärme der Pflanzen am deutlichsten hervortritt.

Wachsen der Gewebe.

§. 333. Das Resultat der Ernährung der Pflanze ist ihr Wachsthum. Die Vermehrung und Vergrößerung ihrer Elementarorgane führt dieselben Erscheinungen in ihren zusammengesetzten Organen herbei. Wir müssen nun die Art des Wachsthums bei den einen wie bei den anderen untersuchen. Wir werden uns nicht verweilen bei der Weise, wie die Zellen, Fasern und die Gefäße sich vergrößern und verdicken. Dieß, sowie die Ordnung, in welcher sich diese verschiedenen Organe im Verhältniß zu einander entwickeln, wurde schon in den ersten dahin bezüglichen Kapiteln auseinandergesetzt, aber die Art ihrer Vervielfältigung hat uns noch nicht beschäftigt, und hier ist nun der Ort, diesen Gegenstand abzuhandeln. Da aber viele Gewächse ausschließlich aus Zellengewebe zusammengesetzt sind; da übrigens alle anderen Formen von einer Zelle beginnen, so vereinfacht sich die Aufgabe, indem sie sich auf die Untersuchung über die Vervielfältigung der Zellen beschränkt. Dieß haben die ausgezeichnetsten Physiologen im Auge gehabt, als sie ihre Aufmerksamkeit auf diesen Hauptpunkt richteten. Wo es sich darum handelt, die kleinsten Theilchen, aus denen die Pflanze zusammengesetzt ist, bei ihrem ersten Erscheinen gleichsam zu ertappen, darf man sich nicht wundern, auf einige Verschiedenheiten in den Beobachtungen und den daraus abgeleiteten Theorien zu stoßen. Wir werden uns begnügen, diejenigen kurz auseinander zu setzen, bei denen man neuerlichst stehen geblieben ist.

§. 334. Wachsthum des Zellgewebes *). Die Vervielfältigung der Zellen kann auf mehrere verschiedene Weisen geschehen. Bei den einfachsten Gewächsen, wie bei mehreren Conferven **), sieht man deutlich an den röhrigen Zellen, die eine gewisse Länge erreicht haben, eine, seltener mehrere Einschnürungen erscheinen, so als ob ihre Wand sich querüber nach einwärts faltete. Diese nach innen gehende Hervorragung wird immer größer, bis sie eine vollkommene Scheidewand darstellt, die sich später in zweie spaltet, worauf man dann zwei oder mehrere Zellen hat, die aus der Theilung einer einzigen entstanden sind. Dieß war gewöhnlich, aber nicht immer, diejenige, die das Ende dieser Röhre oder Zellenreihe bildete. Einige der Zellen in der Mitte zeigen oft an ihrem oberen Ende eine kleine seitliche Hervorragung, die sich nach und nach verlängert, und endlich, nachdem sie beiläufig die Länge der ersten Zelle erreicht hat, sich von ihr auf dem Punkt loslöst, wo sie von ihr durch die Bildung einer solchen schon oben beschriebenen Scheidewand getrennt ist. Auf diese

---

*) Man muß hiebei dreierlei Vorgänge unterscheiden, nämlich die Bildung neuer Zellen — das eigentliche Wachsthum, die Vergrößerung und Ausdehnung der schon vorhandenen — die Entfaltung — und endlich die spiralige oder poröse Verdickung der Zellenwände, wobei sie auch härter und fester werden — die Verholzung.

**) Grünliche Fäden, die man häufig im stehenden Wasser oder auf feuchter Erde findet, und die eine mit Scheidewänden versehene Röhre bilden, indem sie aus Zellen bestehen, die mit ihren Enden eine an die andere sich ansetzen.

Weise bilden sich die Seitenäste der Conserven. Die Röhren der Armleuchter (Chara) theilen sich auf ähnliche Weise, manchmal aber durch eine Scheidewand, die nicht der Quere, sondern der Länge nach geht, wodurch also auf Kosten einer einzigen Zelle zwei seitlich neben einander, und nicht über einander gestellte Zellen entstehen. In allen diesen Fällen war die innere Höhlung mit einer körnigen Substanz gefüllt, welche sich zu gleicher Zeit und eben so wie die Zelle in zwei Massen theilte. Es ist wahrscheinlich, daß diese Art von Vervielfältigung auch bei den Zellen höher stehender Gewächse sich wieder finden wird, besonders bei jenen, wo sie in geradlinige Reihen geordnet sind.

§. 335. Eine andere Art, die viele Autoren einige Zeit als die alleinige betrachteten, und mehrere noch gegenwärtig dafür ansehen *), ist die, wo sich mehrere Zellen in der Höhlung einer vorher bestandenen bilden. Die Wände dieser Mutterzelle erzeugen nach innen gehende Vorsprünge, welche sich so lang vergrößern, bis sie an einander stoßen, und so die eine Höhlung in mehrere theilen, deren jede eine gewisse Menge der körnigen Substanz enthält. Bis hieher scheint diese Entwicklungsart mit der vorhergehenden ganz zusammen zu fallen; aber später umgibt sich jede solche körnige Masse mit einer eigenen Hülle, und es bilden sich eben so viel einzelne Schläuche, die in einer allgemeinen Hülle stecken, oder ganz freie Schläuche darstellen, wenn diese letztere, wie das oft geschieht, durch Auffsaugung verschwindet. Häufiger sind die Schläuche von ihrem Auftreten an frei in dem Mutterschlauch, der in diesem Falle entweder noch bleibt, oder gewöhnlicher aufgesogen wird.

§. 336. Endlich können diese Zellen sich in einer Höhle der Pflanze bilden, in dem Zwischenraum von schon bestehenden Zellen, wie man es z. B. zwischen dem Holze und der Rinde der Dikotyledonen sieht, wo sich das Cambium absetzt.

§. 337. Es handelt sich nun darum, unter welcher Form die so gebildeten Zellen sich bei ihrem ersten Erscheinen darstellen, durch welche Umwandlungen sie die Gestalt derjenigen erhalten, die vor ihnen da waren, seyen sie nun in der Höhlung vorher bestandener Zellen, oder in den Lücken des Gewebes gebildet.

Nach Herrn Schleiden ist der erste Zustand des Zellengewebes immer der einer gummösen Lösung, die sich später zu einer Gallerte verdichtet. Man bemerkt darin eine große Zahl außerordentlich kleiner, undurchsichtiger Punkte. Einige dieser Punkte werden die Centra, um die herum sich eine körnige Anhäufung bildet, die der Zellenkern (nucleus) oder Cytoblast (§. 21), der Keim der Zelle seyn wird. Diese Cytoblaste sind gewöhnlich linsenförmige Körper, die etwas mehr rund bei den Dikotyledonen, etwas mehr oval und gewöhnlich größer bei den Monokotyledonen sind. Wenn sie die ihnen bestimmte Größe erreicht haben, sieht man auf einer ihrer Flächen sich eine Art Schale oder Schlauch erheben, welche sie

*) Wie z. B. Schleiden.

bedeckt, wie ungefähr ein Glas eine Uhr, und sich nach und nach erweitert, bis sie ein Bläschen bildet, an dem der Cytoblast nur einen sehr kleinen Raum einnimmt, indem er in irgend einem Winkel seiner doppelten und an diesem Ort dicken Hülle eingesenkt, und selbst ganz eingeschlossen ist.

Gewöhnlich wird er bald darauf aufgesogen, und ist verschwunden, wenn der Zellenschlauch seine vollkommene Form erlangt hat; indessen bleibt er doch auch zuweilen, wovon man Beispiele in gewissen Organen sehen kann, wie in den Haaren, in denen man die Rotationsströmung beobachtet (Fig. 222 u. n.) und in einigen gewissen Familien überhaupt, wie in den Cacteen und in den Orchideen.

Man hat Herrn Schleiden eingeworfen, daß die erste Erscheinung des Cytoblast's erst nach der des Schlauches Statt findet. Außerdem findet er sich selbst nicht an zwei Stellen, die der Sitz einer sehr lebhaften Zellenbildung sind, nämlich an den Enden der Würzelchen, wo Herr Schleiden nicht sicher ist, ihn gesehen zu haben, und im Cambium. In den jungen Geweben vieler anderer Organe hat er ihn allerdings nachgewiesen. Ueberall, wo er ihn beobachtete, sah er die jungen Zellen sich in einer Mutterzelle bilden.

§. 338. Ueberall, wo sich ein Gewebe bildet, findet sich nach Herrn Mirbel Cambium. Dieses ist im Anfang eine Flüssigkeit von schleimiger Consistenz, die sich nach und nach zu einer Gallerte verdickt. Bald darauf erblickt man sie mit kleinen Fleckchen besäet, welche Punkten gleichen; aber es sind dieß eben soviel kleine Höhlungen, die sich nach und nach erweitern (zelliges Cambium); die Höhlungen fahren fort, sich zu vergrößern, in dem Maße, als die dazwischen liegenden anfangs weichen und sehr dicken Scheidewände sich verdünnen, und sie nehmen nun eine regelmäßige Form an, die sie bis dahin nicht besaßen. Dieß ist nun das Zellengewebe, welches noch ein zusammenhängendes Ganze bildet, und in Form und Erscheinung dem Schaum von Seifenwasser zu vergleichen ist. Endlich verdoppeln sich die Scheidewände entweder ihrer ganzen Ausdehnung nach, oder nur gegen ihre Winkel zu, und das Gewebe zerfällt so in eben soviel einzelne Körper, als Höhlungen da sind; man hat nun Schläuche und nicht mehr ein Gewebe im eigentlichen Sinne. Das Cambium zeigt sich fast überall nicht allein in den großen Zwischenräumen, wo man es zu suchen gewohnt ist (zwischen Rinde und Holz), sondern auch in den Gängen (méats, Zwischenzellengängen?), die es erweitert, im Inneren der Zellen und der Gefäße. Man kann dieses Innere mit Zellgewebe angefüllt sehen, meist aber verdrängt (erstickt) ein einzelner Schlauch die übrigen, und füllt endlich die Höhlung allein aus, indem er sich an ihre Wand anlegt und sie verdoppelt. Er kann seinerseits auf dieselbe Weise innen von einem dritten verdoppelt werden, und so erklärt sich die Verdickung der Zellen, Fasern und Gefäße. Es geschieht auch sehr oft, daß das in den Geweben abgelagerte Cambium in den ersten Perioden seiner Entwicklung stehen bleibt, und aufgesogen wird.

§. 339. Herr Unger gibt diese Reihe von scheinbaren Umwandlungen im Cambium zu, betrachtet aber den Zusammenhang des

Gewebes in seiner ersten Epoche als eine Täuschung. Er behauptet nachgewiesen zu haben, daß die Schläuche von ihrem Beginn an gesondert sind, obwohl ihre dicken, weichen und eng an einander schließenden Wände die Trennungslinien schwer wahrnehmen lassen. Diese ursprüngliche Unabhängigkeit der Zellen wurde allgemein ohne Streit angenommen, bevor diesen nicht Herr Mirbel durch seine Arbeiten erhob.

§. 340. Wie bildet sich nun das Cambium selbst? Man möchte glauben, daß dieses auf Kosten der am meisten ausgearbeiteten Säfte geschehe, wie es die zahlreichen und scharfsinnigen Versuche von Duhamel über die Bildung des Holzes bei den dikotyledonen Bäumen beweisen. Eine dünne Zinnplatte zwischen Holz und Rinde gebracht ließ wahrnehmen, daß alles Cambium von der Seite der Rinde gekommen seyn mußte. Man hob ein Stück Rinde auf, das man oben im Zusammenhange ließ und zerstörte die Oberfläche des Holzes; dieß verhinderte nicht die Bildung von Cambium unter dem wieder auf seinen Platz gebrachten Stück Rinde. Eine ringförmige Lostrennung von Rinde, die man gegen die Trockenheit schützte, zeigte, daß das Cambium zwischen Holz und Rinde in großer Menge vom oberen Rande der Wunde, in viel geringerer vom unteren hervorkam. Man schloß daraus, daß die von oben nach unten herabsteigenden Säfte der Rinde es sind, die das Cambium liefern, und nicht der aufsteigende Saft, wie es die Gleichheit der chemischen Zusammensetzung dieses mit dem Zellenstoffe, und somit mit der Mehrzahl der in diesem Safte verbreiteten Substanzen, vermuthen ließ.

§. 341. Die Vermehrung der Zellen findet zuweilen mit außerordentlicher Schnelligkeit Statt. Die jungen Triebe einiger unserer Bäume bei gutem Frühlingswetter können uns davon ein Beispiel geben; indessen ist das Fortschreiten unserer Vegetation nicht in Vergleich zu ziehen mit jener, die eine höhere Temperatur belebt. Selbst in unseren Glashäusern kann man Agaven zur Blütezeit, Bambuse u. s. w. sich zu gewissen Zeiten innerhalb 24 Stunden um zwei Decimeter (etwas über 7 Zoll W. M.) sich verlängern sehen. Einige ganz aus Zellengewebe zusammengesetzte Pflanzen entwickeln sich auch in unserem Klima außerordentlich schnell, so z. B. die Schwämme, deren rascher Wachsthum sprichwörtlich ist. Es gibt einen Bovist, den Riesenbovist (Lycoperdon giganteum), welcher in 3 oder 4 Tagen zu einer Kugel von 3 Decimeter (beiläufig 10½ Zoll) Durchmesser heranwächst.

§. 342. Wachsthum des Stammes und der Wurzeln. Das Wachsthum der zusammengesetzten Organe betreffend, so haben wir in den Kapiteln Stamm, Wurzel und Blatt schon auseinander gesetzt, was geschieht. Es handelt sich nun darum, zu untersuchen, wie es Statt findet. Wir werden diese Untersuchungen an den Dikotyledonen vornehmen, die am besten gekannt sind, weil sie in unserem Klima eine große Entwicklung erreichen und durch die Bildung von Seitenknospen zahlreichere und klarere Daten zur Lösung dieser Frage liefern. Wir wollen uns im Vorübergehen daran erinnern, daß die Stämme sich nach oben, die Wurzeln nach unten verlängern,

daß die erstern ein Mark und eine Markhülle zeigen, die zum Theil aus abrollbaren Spiralgefäßen zusammengesetzt ist, und den letzteern fehlt; daß später zwischen Rinde und Markhülle sich neue Fasern und Gefäße anderer Ordnung einschieben, und daß endlich aus dieser Einschiebung, die sich jährlich wiederholt, das Wachsthum in die Dicke herrührt.

Ueber den Ursprung dieser Fasern und Gefäße sind die Pflanzenphysiologen noch nicht ganz einig. Bei der Auseinandersetzung und Besprechung der verschiedenen Meinungen und der Thatsachen, auf die sich diese gründen, werden wir Gelegenheit haben, mit hinlänglicher Ausführlichkeit von Allem zu handeln, was sich auf das Wachsthum zusammengesetzter Organe bezieht.

§. 343. Eine sinnreiche Theorie, zu der sich viele Botaniker gegenwärtig bekennen, wurde zu Anfang des 18. Jahrhunderts von Lahire, einem französischen Astronomen, aufgestellt, aber nur auf einigen Seiten und ohne unterstützende Beweise, so daß sie vernachlässigt wurde, und wahrscheinlich fast ganz unbekannt blieb. Ein Jahrhundert später stellte sie ein anderer Franzose, Dupetit-Thouars von Neuem auf, ohne Zweifel durch seine eigenen Beobachtungen darauf geleitet, und da er sie durch Werke einführte, die viele Thatsachen und Raisonnements enthalten, so hatte er die Ehre der Entdeckung, und man kennt sie nur unter dem Namen der Theorie von Dupetit-Thouars.

Man kann die Knospen, wie wir schon mehremale erwähnt haben, mit den Embryonen vergleichen; sie entwickeln sich jede zu einem Aste, der dem Stamme ähnlich ist, welcher aus dem Embryo entstand. Dieser letztere aber, der an die Erde gebunden war, brachte beim Keimen an seinem untern Theile Wurzeln hervor, die bestimmt sind, Nahrung aus der Erde zu saugen. Die Knospen, die zur vollkommenen Entwicklung gelangen, sich vom Stamme loslösen, wie die Zwiebeln (§. 182), die Zwiebelbrut, die Knospenzwiebeln (§. 184), die Blätterrosen der kriechenden Stengel (§. 183), ahmen die wahren Embryonen nach und schicken nach unten Wurzeln aus. Sollten die auf dem Stamm befestigten gar keine besitzen? Dupetit-Thouars glaubt dieß nicht, da man bemerkt, daß die Anhäufungen von fibrös-vaskulösen Bündeln, die sich zwischen der Rinde und der Markhülle bilden, nicht eher zum Vorscheine kommen, bis die Knospen ihre Entwicklung begonnen haben; und da man sie sich theilweise an die Basis dieser anheften sieht, und sie zugleich bis in die Enden der Wurzeln verfolgen kann, so hält er sie für nichts anderes, als für die Wurzeln der Knospen, die zwischen der Rinde und der Markhülle so lange fortlaufen, bis sie als normale oder als Adventiv-Wurzeln nach außen treten. Das Cambium ist ihm nichts anderes, als die Nahrungsflüssigkeit, die diese Wurzeln auf ihrem Wege durch die Pflanze aufsaugen. Jedes Jahr ruft eine neue Bildung von festen Embryonen oder Knospen auch eine neue Bildung von solchen wurzelgleichen Gefäßbündeln hervor, deren Gesammtheit zu dem Holze eine neue Schichte und zur Wurzel neue Verästlungen hinzufügt.

§. 344. Diese Theorie hat neuerlich unter den Händen des

Herrn Gaudichaud eine neue Entwicklung gewonnen, der sie nicht allein auf die Knospe bezog, sondern auch auf ihre zusammensetzenden Theile, ihre Axe und ihre Blätter ausdehnet, wovon die einen in Bezug auf die anderen genau dieselbe Rolle spielen, die Dupetit-Thouars den Knospen in Bezug auf den Stamm zuschreibt. Ein monokotyledoner Embryo wird (abgesehen von seinem Knöspchen) aus einem Stengelchen, einem Blatt- oder Samenlappen und später durch die Keimung aus einer Wurzel zusammengesetzt. Dieß ist für Herrn Gaudichaud der Typus des pflanzlichen Individiums, oder das Phyton, welches aus einem aufsteigenden Systeme (Stengelchen und Blatt) und einem absteigenden (Wurzel) gebildet ist. Wenn sich das Knöspchen entwickelt, so schießt oberhalb des Samenlappens das erste Zwischenknotenstück auf, das von einem Blatt beendigt wird, und für dieß dasselbe ist, was das Stengelchen für den Sammenlappen war. Sie bilden also den aufsteigenden Theil eines zweiten Phyton, dessen absteigender Theil nicht anders zur Erde gelangen kann, als durch das Stengelchen durch, das es innerhalb der Rindenhülle unter der Form von fibrös-vaskulösen Bündelchen durchläuft. Eben so ist es mit allen folgenden Blättern, deren jedes von seinem Zwischenknoten getragen wird, und jedes seine wurzelgleichen Fäden durch alle unter ihm befindlichen hindurchschickt. So ist also der Stamm, der aus den Knöspchen entstanden ist, eine Reihe von aufeinander stehenden Stengelchen, deren jedes von dem Wurzelbündelchen aller ober ihm gelegenen umhüllt ist; er stellt genau was immer für einen Zweig dar, außer daß in diesem die Gesammtheit der Wurzelbündelchen an seinem unteren Ende angekommen, sich in den Ast einpflanzt, aus dem er entstebt, und in ihm seinen inneren und absteigenden Lauf fortsetzt.

Der dikotyledone Embryo, oder jedes zwei gegenständige Blätter tragende Zwischenknotenstück ist nichts als die Vereinigung zweier Phyton *).

§. 345. Die Fasern und Gefäße haben mit den fibrös-vaskulösen Bündeln, mit denen sie anfänglich vereinigt laufen, denselben Ursprung. Sie entstehen ebenso aus den Knospen, und gehören dem absteigenden Systeme an.

§. 346. Was das Zellengewebe betrifft, so ist seine Bildung überall lokal und resultirt aus der Vervielfältigung der schon bestehenden Zellen, im Holze also aus der Ausdehnung der Markstahlen. Beim Wachsthum in die Dicke findet somit die Ausdehnung dieses Gewebes in die Quere Statt, während die der Fasern und Gefäße senkrecht geht; es ist dieß eine Art Stoff oder Zeug, wo das eine den Einschlag, die anderen die Kette liefern. Lösen sich die Bündel

*) Diese in den §§. 343 und 344 entwickelte Theorie ist gänzlich widernatürlich und unstatthaft. Der Stamm ist nichts als die Quasiwurzeln, welche die Blätter erzeugen; sie müssen also vor ihm da seyn, denn er ist ihr Produkt. Wo sind sie denn also? — das ist ein von der Spitze aus gebauter Thurm. — Uebrigens ist es durch Beobachtungen erwiesen, daß sich beim Keimen der Stamm zuerst entwickelt und dann die Seitenorgane, die Blätter. Hienach ist auch zu beurtheilen, was noch weiter über diesen Gegenstand gesagt ist.

los, um als Wurzeln nach außen zu gehen, so entlehnen sie von dem benachbarten Zellengewebe die Schichte, die sie begleitet und, in dem Maßstab ihrer Verlängerung wachsend, eine Art Scheide um sie bildet.

§. 347. Die wichtigsten Thatsachen, die zur Unterstützung dieser Theorie aufgeführt werden, sind folgende: Das Holz der Wurzeln, welches ohne Widerrede zum absteigenden Systeme gehört, entbehrt immer der abrollbaren Spiralgefäße; das Holz des Stammes besitzt sie aber ebenfalls nicht, und zeigt überhaupt in seiner Zusammensetzung eine vollkommene Aehnlichkeit.

Es ist mit dem der Wurzel im Zusammenhange, und da diese später gebildet wird als der Stengel, so ist man berechtigt anzunehmen, daß er als der erst gebildete die Wurzel als Fortsetzung erzeugt, und daß die Gefäßbündel des Stammes von Anfang an eine absteigende Richtung befolgten. Aber diese Bündel heften sich mit ihrem obern Ende im Stamme an die Basis der Knospe, und in der Knospe an den Ursprung der Blättter; sie kommen somit aus den Knospen, und ursprünglich aus den Blättern.

Bei der Hervorbringung von Luftwurzeln kann man einen regelmäßigen Zusammenhang zwischen ihrem Ursprung und der Stellung der Knospen oder Blätter bemerken, denn sie sprossen gewöhnlich unmittelbar oberhalb der Knoten vor, folglich an der Basis dessen, was Herr G a u d i c h a u d das a u f s t e i g e n d e S y s t e m des P h y t o n nennt. In vielen Monokotyledonen namentlich sieht man eine solche Wurzel an der Basis jedes Zwischenknotens gerade unterhalb des ihn schließenden Blattes entstehen. In einer sehr kleinen Zahl von Pflanzen (bei **Pourretia**, **Kingia** und mehreren Lykopodien) kriechen diese Wurzeln, statt unmittelbar nach außen zu treten, einige Zeit unter der Rinde fort. Die Phyton's bringen somit wirkliche Wurzeln hervor, die entweder frei oder innerhalb des Stengels befindlich sind. Zwischen dieser Anordnung und jener, wo sie sich vereinigen und vermengen, um das Holzgewebe zu bilden, gibt es alle möglichen Uebergänge.

§. 348. Der absteigende Lauf der Holzbündel zeigt sich vorzüglich deutlich durch die Hindernisse, die sich ihm entgegen stellen können. Schneidet man einen Rindenring aus, oder macht man um einen Stengel herum eine Unterbindung, so sieht man am oberen Rande des Ringes oder oberhalb der Unterbindung das Gewebe sich verdicken, und einen Wulst bilden, während man unterhalb keine solche Verdickung bemerkt. Untersucht man diesen, so findet man ihn aus einem Netzwerke von nach allen Richtungen gekreuzten und sich durch einander windenden Bündeln bestehen, die aber immer mit denen zusammenhängen, welche sich nach oben in den Knospen enden. Hat man nur einen Theil von dem Rindenring weggenommen, so werden diese Bündel alsbald sich um die Ränder der Wunde herumwinden, um ihren senkrechten Lauf nach unten fortzusetzen. Schnürt man den Stamm durch eine spiralige Unterbindung zusammen, wie dieß in unsern Wäldern durch manche sich windende Sträucher, z. B. das Geißblatt, geschieht: so bildet sich wie im früheren Falle oberhalb der Unterbindung ein Wulst, der in diesem Falle längs derselben

ebenfalls eine Spirale bilden wird, und die Untersuchung zeigt die Bündel in derselben Richtung angehäuft. Hatte der Stamm, an dem man diesen Ringelschnitt ausführte, unterhalb desselben keinen Zweig, oder hat man alle unterdrückt, die sich daselbst befinden konnten, so daß sich nur Knospen oberhalb der Wunde befinden, und ist diese breit genug, daß sich ihre Ränder nicht vereinigen können, so fährt der ganze oberhalb derselben befindliche Theil der Pflanze fort, durch regelmäßige Erzeugung von Holzschichten in die Dicke zu wachsen, während im unterhalb gelegenen Theile das Wachsthum und die Holzbildung aufhört Man schließt aus allen diesen Versuchen, daß die Holzbündel von oben nach unten kommen, und die Erzeugnisse der Knospen sind, deren Wurzel sie vorstellen.

§. 349. Finden sich aber neben diesen der Theorie von Dupetit-Thouars günstigen Thatsachen nicht auch welche, die gerade entgegenstehen, und ist es übrigens die einzige, durch die eine Erklärung möglich ist? Das Kapitel der Einwürfe ist es, was wir nun noch zu behandeln haben. Wenn die Holzbündel wirkliche Wurzeln sind, so müssen sie sich blos mit ihrem unteren Ende verlängern; man müßte ihre Organisation um so weiter vorgeschritten finden, je weiter oben, je näher an der Knospe, ihrem Ursprunge, man sie untersuchte. Man müßte ihr Ende tiefer oder höher finden, jenachdem der Zeitpunkt der ersten Entwicklung der Knospe näher oder ferner steht. Es ist nun allerdings wahr, daß man in einigen Fällen unterhalb der Knospe eine Partie Holzfasern wie ein Bund Fäden findet, die sich in kurzer Entfernung endigen; meistentheils aber ist es unmöglich, die Entwicklung dieser Holzbündel zu verfolgen, indem sie zugleich von einem Ende des Stengels zum andern sich bilden. Die mikroskopische Untersuchung läßt im Allgemeinen erkennen, daß sie nach oben weicher, daß ihre fasrigen und Gefäßelemente unvollkommener und also vor kürzerer Zeit gebildet sind. Es scheint daraus zu folgen, daß die Gefäße sich ihrer ganzen Länge nach fast gleichzeitig bilden, und daß dieß wenigstens in einigen Fällen eher von unten nach oben, als umgekehrt geschieht.

§. 350. Untersucht man das Holz zweier Stämme oder Aeste von verschiedenen Species, die in den Spalt gepfropft wurden, und **A** auf **B** gewachsen sind, so bemerkt man, daß jede Species die Beschaffenheit ihres Holzes beibehalten hat, obgleich nach der Theorie von Dupetit-Thouars alle nach der Pfropfung von **A** gebildeten Bündel sich verlängert haben und durch **B** hinabgestiegen seyn sollten, um die Holzschichten zu bilden. War die Pfropfung auf ein junges, mit wenig Wurzeln versehenes Stämmchen **B** gemacht, so müßten nach einer Zahl Jahre alle neuen Wurzeln von den Knospen von **A** herkommen, und die Wurzelschößlinge (boutures) die Species **A** liefern, während die Erfahrung zeigt, daß **B** aus ihnen erwächst. Gegen diese doppelte Beobachtung, aus welcher erhellen würde, daß weder das Holz noch die Wurzeln Wurzelbündel der Knospen seyn können, entgegnen die Anhänger dieser Theorie, daß es das Zellgewebe sey, welches dem Holze seine Farbe gibt, und seine Nahrung mittheilt, und daß somit das Holz von **A** inmitten des Gewebes von **B**,

welches auf seinem Ort gebildet alle seine Eigenschaften beibehielt, von diesem seine Farbe entlehnen mußte, und sein Gefüge mit seiner Nahrung änderte. Auf die zweite Erfahrung entgegnen sie, daß es das Zellgewebe von B ist, welches die Holzbündel von A in die Wurzeln begleitet und dem Wurzelschößling den Charakter der Species B verliehen hat, da dieser sich nicht aus jenen Adventivknospen entwickeln konnte, die in diesem Zellgewebe sich gebildet hatten. Diese Fragen stehen somit in so enger Berührung mit dem Geheimnisse der Assimilation, als daß man sich noch mit Bestimmtheit darüber aussprechen könnte.

§. 351. Wenn die Seitenverästlungen der Wurzel auch wie die Mehrzahl der anderen Organe mit einem kleinen Zellenkern beginnen, in dem sich später die Gefäße bilden (§. 114), so sind sie doch nicht einfache Verlängerungen der früher entstandenen absteigenden Bündel. Es ist dieß ein Punkt der Organogenie (Lehre von der Bildung der Organe), den man bei dem Streit über die Theorie von Dupetit-Thouars ins Reine bringen muß.

§. 352. Die Thatsachen, auf die sich vor Allen stützt, sind das Aufhalten der herabsteigenden Bündel oberhalb jedes natürlichen und künstlichen Hindernisses, oberhalb der Unterbindungen und Entrindungen, und die Anhäufung von Holzgewebe daselbst, welches unterhalb derselben sich zu bilden aufhört (§. 348). Aber läßt sich dieses nicht eben so klar und natürlich durch den Gang der Nahrungssäfte erklären, die das Material zum Cambium liefern? Diese Säfte, die in der Rinde von oben nach unten herabsteigen, müssen sich oberhalb jedes Hindernisses aufhäufen, das sich ihnen entgegenstellt, und entweder über dasselbe hinweggelangen, wenn es nicht unübersteiglich ist, oder es umgehen, wenn sich ein Seitenweg öffnet, oder stehen bleiben, wenn dieß nicht der Fall ist. In allen diesen Fällen muß der Zufluß von Stoffen eine viel reichere Erzeugung von Geweben bedingen, ihr Fehlen Atrophie herbeiführen, wie dieß für alle organisirte Wesen gilt. Der Zufluß der Säfte geht hier der Bildung von fibrös-vaskulösen Gefäßen voran, sie bilden sich dort, statt schon gebildet hinzukommen. Die Entwicklung von Luftwurzeln in der Nähe von Knoten, wo häufig eine leichte Hemmung der Cirkulation Statt findet, begreift sich gleichfalls sehr leicht, weil sie sich an allen Punkten zu entwickeln streben, wo sich eine Saftanhäufung, und in deren Folge Zellengewebe bildet (§. 113). Da die Entwicklung der Knospen eine der bestimmenden Ursachen des Aufsteigens des Saftes ist (§. 268), da der einmal aufgestiegene Saft in den jungen Rinden und vorzüglich in den Blättern verarbeitet wird (§. 276): so ist es klar, daß die Unterdrückung der Knospen und Blätter dieses Aufsteigen, die Verarbeitung und aus Mangel an Material natürlich auch die darauf folgende Bildung der Holzfasern hindern wird, und so ist es weiter auch klar, daß diese sich auf keinem Theile der Pflanze bilden werden, dem man die Communikation mit den mit Blättern und Knospen beladenen abgeschnitten hat.

Wir begreifen mit der Theorie von Dupetit-Thouars nicht recht, wie ein Baum fortfahren soll zu leben und zu wachsen, an dem

man einen solchen Ringelschnitt gemacht hat, daß sich unterhalb keine Holzschichten mehr bilden können; denn sein Wachsen setzt voraus, daß die Wurzeln in gleichem Verhältnisse sich zu bilden fortfahren, und wie sollen dann diese wurzelgleichen Holzbündel sie erzeugen, wenn sie in ihrem Wege nach abwärts aufgehalten sind?

§. 353. Die netzförmige Anordnung der Milchsaftgefäße gestattet, daß die einzelnen Kanäle einer den anderen ersetzen und die Säfte in ihrem absteigenden Laufe leichter einen krummen Weg um entgegenstehende Hindernisse herum finden können, und da die Milchsaftgefäße, obgleich meist in der Rinde angehäuft, doch auch häufig in allen anderen Theilen der Pflanze sich verbreiten, so ist begreiflich, daß ein Ringelschnitt nicht nothwendigerweise und vollkommen das Herabsteigen des Milch- oder Lebenssaftes in die unterhalb gelegenen Theile verhindert. Könnte nicht etwas Aehnliches geschehen, wie bei den Thieren, wo ein Glied, dessen wichtigste und größte Arterie zerstört oder unterbunden wird, zwar etwas abmagert und schwindet, aber doch zu leben fortfährt, weil die schwächeren Nebenäste derselben vermög ihrer Anastomosen die weitere Ernährung besorgen? Durch diese Hypothese (die noch der Beweise durch Beobachtungen bedarf), würde man erklären, wie unterhalb eines Ringelschnittes der Stamm am Leben bleibt, Wurzeln treibt und in einigen seltenen Fällen selbst schwache Holzschichten ansetzt. Die Bildung der letztern trachtete man durch die Anwesenheit von Adventivknospen zu erklären, die sich unterhalb des Ringelschnittes befinden und von denen nun eine Partie von Holzfaserfäden kommen soll. Dieß könnte aber doch nur geschehen, wenn sie in einer gewissen Zahl vorhanden wären, und sich bis zu einem gewissen Grade entwickelt hätten, und in diesem Falle hätte man sie auch gesehen. Auch hier muß die Beobachtung noch den Werth dieser Erklärung entscheiden *).

§. 354. Was die merkwürdige, von Herrn Dutrochet beobachtete Thatsache betrifft, daß Stöcke oder Stümpfe einer Tannenart (Abies pectinata), die man beim Fällen einige Schuh hoch stehen ließ, fortleben und durch eine lange Reihe von Jahren hindurch sich durch angesetzte Holzschichten verdicken, so spottet sie aller frühern Erklärungen. In diesem Falle kann natürlich von absteigenden Bündeln nicht die Rede seyn. Der Vorgang findet unbestreitbar von unten nach oben statt, wofür ein Wulst, der sich über die nach der Fällung entstandenen Schichten hervordrängt, das klarste Zeugniß gibt. Es muß also nothwendigerweise in diesem Stumpf der aufsteigende Saft, ohne Hülfe von Blättern, einen hinlänglichen Grad von Organisation erlangen, um diese Jahresringe zu bilden, die freilich immer nur sehr dünn sind und kaum die Dicke von einem oder einem halben Millimeter ($\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ Lin.) erreichen.

§. 355. Kurz gefaßt, ist man in Bezug auf den Wachsthum des Stammes und der Wurzeln in die Dicke darüber einig, was die Bildung der rein zelligen Theile betrifft; man ist es aber nicht rück-

---

*) Man erinnere sich bei den vorhergehenden §§. stets der Anmerkungen bei §§. 263 und 282.

sichtlich der Entwicklung der fibrös-vaskulösen Bündel des Holzes und der Rinde. Zwei Theorien sind aufgestellt. Die eine betrachtet diese Bündel als die Wurzeln der Knospen, und also als von oben nach unten entwickelt, die andere nimmt an, daß ihre Elemente auf einmal unter der Form einer halbflüssigen Gallerte (Cambium) über die ganze innere Fläche der Rinde verbreitet ist, und daß sie sich da ihrer ganzen Ausdehnung nach so ziemlich zugleich entwickeln. Indessen bedünkt es uns, als wenn diese beiden Theorien nicht so widersprechend wären, als sie scheinen. Sie wären es, wenn man aufsteigende Bündel annehmen wollte, die an ihrem Ende Knospen hervorbringen. Findet diese Ansicht aber Anhänger? *) Wir haben zugegeben, daß die Blätter in ihrem Beginne weder mit dem Äste (§. 147), noch die Knospe mit dem Stamme, der sie trägt (§. 171), irgend einen Zusammenhang durch Gefäße habe, daß die in den Blättern und den (jungen) Zweigen verarbeiteten Säfte in der Rinde von dort bis zu den Enden der Wurzeln herabsteigen, und auf der innern Fläche der Rinde dabei eine halbflüssige Substanz ablagern, in der sich die Gewebe bilden. Herr Gaudichaud seinerseits gibt wieder zu, »daß verarbeitete Säfte, und zum Theil organisirte Säfte (das Cambium), noch flüssige Gewebe sich bilden und fest werden, indem sie von den Knospen zu den Zweigen, von den Zweigen zu den Stämmen, von den Stämmen zu den Wurzeln herabsteigen durch eine Art von Verlängerung, welche der bei den Wurzeln ähnlich, wo nicht dieselbe ist.« Ist nun ein strenger und wichtiger Unterschied, auf den man zwei verschiedene Theorien gründen kann, zwischen diesen im halbflüssigen Zustande herabsteigenden Geweben und unserer in einer halbflüssigen, von den herabsteigenden Säften gelieferten Substanz, in der sich die Gewebe bilden?

§. 356. Wir haben uns auf die Untersuchung der Dikotyledonen beschränken müssen, einmal wegen der größern Leichtigkeit, sie zu beobachten und zweitens, weil das Wachsthum der Monokotyledonenstämme in die Dicke im Allgemeinen wegen des Mangels an Seitenknospen sehr zeitig aufhört. Uibrigens würde die Abwesenheit einer eigentlichen Rinde, die beständige Vereinigung der Milchsaftgefäße und der bastähnlichen Fasern mit den Gefäßen und Holzfasern in denselben Bündeln, so wie der gewundene und krumme Verlauf dieser Bündel im Innern der Pflanze die Erklärung viel verwickelter und dunkler gemacht haben. Wir weisen somit bloß auf das zurück, was wir früher (§. 96) über diesen Gegenstand, so wie über das Wachsthum der akotyledonen Bäume (§. 107) gesagt haben.

Kurze Wiederholung.

§. 357. Wenn wir uns kurz wiederholen, was wir im Vorhergehenden über die Funktionen der Vegetation gesagt haben, so können wir summarisch vergleichen, was in den Pflanzen und was

---

*) Gewiß, und mit allem Rechte. Gefäße entstehen aus Zellen, die Zellen vermehren sich von unten nach oben, wie eben die Pflanze wächst; folglich müssen die Gefäße eben so von unten nach oben wachsen.

in den Thieren vorgeht. Bei diesem Vergleich müssen wir in beiden Reichen die Wesen bei Seite lassen, deren Organisation auf einer zu niedrigen Stufe steht, und deren Verrichtungen sehr unvollkommen und häufig für uns sehr dunkel sind.

§. 358. 1. Die Pflanze saugt mit dem Ende ihrer Wurzeln Substanzen in flüssiger Form von außen auf, die ganz unorganisch sind, nämlich Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff, unter der Form von Wasser, Kohlensäure und Ammoniak; nebstdem einige andere metallische Stoffe (die Kalien und einige Erden und eigentliche Metalle in Form von Salzen).

2. Die letztern behalten ihre Beschaffenheit im Innern der Gewebe bei, die erstern aber bilden verschiedene Verbindungen, aus denen andere noch zusammengesetztere Körper entstehen, die man organische nennen kann, und die geeignet sind, zusammensetzende (constituirende) Bestandtheile der Pflanze zu werden, z. B. Stärkmehl.

3. Diese Stoffe werden wieder ihrerseits durch den Einfluß der Athmung und der Absonderungen so verändert, daß sie neuen Produkten des Organismus den Ursprung geben. Man muß wohl verstehen, daß alle diese Verbindungen nicht unter den 4 einfachen oben benannten Stoffen, sondern unter den zusammengesetzten organischen Substanzen Statt finden, die von ihnen in dem Organismus gebildet wurden. Diese Zusammensetzungen nennt man die **unmittelbaren, näheren Bestandtheile der Pflanzen.**

§. 359. Bei der Ernährung der Thiere finden diese ersten vorbereitenden Vorgänge nicht Statt, indem es stets vegetabilische oder animalische, also bereits tiefer oder höher organisirte Substanzen sind. Der neue Grad von Verarbeitung, den sie im Thierkörper erfahren, ist gleichsam eine Fortsetzung des von den Pflanzen begonnenen Vegetationsaktes, aber gewissermaßen einen Kreis machend; denn das Thier zerstört die verwendeten Substanzen, und die es durch seine Athmung (§. 239) und durch seine Aussonderungen (§. 310) fortschafft, sind gerade die rohen Stoffe, deren die Pflanze zur Nahrung bedarf.

§. 360. Die Pflanze saugt die Nahrungsstoffe aus der Erde durch die letzten Wurzelverzweigungen auf; das Thier saugt die seinigen durch die letzten Verzweigungen der venösen und lymphatischen Gefäße im Darmkanale auf. Vorher aber haben sie in diesem Darmkanale eine erste Vorbereitung durch die Verdauung erlitten, ein Akt, der dem pflanzlichen Leben eben so wie die Organe dazu gänzlich mangeln muß *); denn alle Vorgänge, durch die Substanzen

---

*) Einige Schriftsteller betrachten den größten Theil der Phänomene, die wir unter der Benennung Ernährung und Athmung aufgeführt haben, als zur Verdauung gehörig. Von ihrem Standpunkte aus wären die Spaltöffnungen und die Wurzelenden jede ein Mund zur Aufnahme der Nahrungsstoffe und die Verarbeitung, die sie alsbald im Innern des Pflanzenkörpers erleiden, besonders die Fixirung von Kohlenstoff, würde eine Art Verdauung darstellen; die Respiration würde sich hingegen auf Fixirung des aus der Atmosphäre entnommenen Sauerstoffes beschränken, und der der Thiere ganz ähnlich seyn. Es hängt also, wie wir schon

in einem löslichen Zustande in der Erde vorhanden sind und zur Aufsaugung durch die Wurzeln tauglich gemacht werden, liegen gänzlich außer dem Bereich des Lebens.

§. 361. Gehen wir aber zu den nachfolgenden Akten der Ernährung über, so finden wir einen gewissen Parallelismus in den beiden Reichen. Beim Thiere werden die im flüssigen Zustande von den Gefäßen aus dem Darmkanale aufgesogenen Stoffe in die Masse des Blutes und mit ihm in die Respirationsorgane gebracht, wo sie in Berührung mit der Luft eine gewisse Veränderung erleiden, in Folge deren die Flüssigkeit zur Ernährung tauglich und in alle Theile des Körpers gebracht wird, wo sie Statt findet (die Ernährung nämlich). Bei der Pflanze werden die von den Wurzeln aufgesogenen Flüssigkeiten durch die innern Theile hindurch zu der Peripherie *), dem Sitz der Athmung gebracht, und unterziehen sich dort durch die Berührung mit der Luft neuen Umänderungen, durch die sie mit neuen und nährenden Eigenschaften begabt und ebenfalls durch eine rückgängige Bewegung in alle Theile geschafft werden. Also in dem einem wie im andern Falle ein Transport der von außen kommenden Stoffe gegen die Respirationswerkzeuge und von da zu allen Theilen des Körpers zur Ernährung derselben. Die von der Rinde zurückgeführten und besonders die in den Milchsaftgefäßen cirkulirenden Flüssigkeiten können also bis auf einen gewissen Punkt mit dem arteriellen Blute verglichen werden; die durch die Wurzeln und das Centrum des Holzkörpers herbeigeschafften dem Chylus. Was nun den Theil der Nahrungsflüssigkeit betrifft, der seiner verwendbaren Stoffe beraubt ist, — kömmt er bei den Pflanzen zurück, um sich wieder in die cirkulirende Masse zu mengen, wie dieß bei den Thieren der Fall ist, wo er das venöse Blut und wahrscheinlich die Lymphe bildet? Es ist dieß sehr wahrscheinlich, und wie es scheint, aus der häufigen Resorption der Gewebe zu schließen, die man beobachtet hat. Nichtsdestoweniger kann man nichts mit Sicherheit behaupten, so groß ist das Gewirre von Wegen, die der Cirkulation der Säfte in den Pflanzen offen stehen.

Geht man aber von der Untersuchung der Verrichtungen im Allgemeinen und ihrer Produkte auf die der Organe über, durch die sie vollzogen werden, so hört jede Aehnlichkeit auf. Die Pflanzen zeigen uns nicht die regelmäßig verzweigten Gefäßsysteme, die uns die Thiere darbieten, und die den Lauf der Nahrungsflüssigkeit deutlich anzeigen, noch ein Centrum, wo diese den Anstoß zur Bewegung erhalten. Die Abwesenheit jedes kontraktilen Gewebes bringt eine

(§. 299) gesagt haben, die Wahrheit der Theorien ganz von den Definitionen ab, die man für jede dieser Funktionen geben will. Man müßte aber dann dem Begriff der Verdauung eine viel weitere Ausdehnung verleihen, als man bei den Thieren thut, wo man die erste Vorbereitung der Nahrungsmittel im Darmkanale darunter versteht.

*) Sie erleiden auf diesem Wege den ersten Grad von Verarbeitung, in dem ihre Organisation beginnt, und wovon wir nicht Aehnliches bei den Thieren suchen müssen, wo die Nahrungstheilchen schon im voraus organisirt sind.

wesentliche Verschiedenheit in die Ursache und die Natur dieser Cirkulationsbewegung.

§. 362. Wir haben die Respiration in beiden Reichen schon verglichen (§. 299) und gezeigt, wie sie bei dem einen gerade im Gegensatz zum andern vor sich geht; wir haben auseinandergesetzt, wie ihre Organe abändern, jenachdem sie unter dem Wasser (§. 300) oder in der Luft Statt findet, und in diesem Bezug auf eine gewisse Aehnlichkeit der Pflanzen mit den Thieren hingewiesen, jenachdem diese in einem oder dem andern Mittel athmen, und haben dabei die untergetauchten Blätter mit den Kiemen, die Luftblätter mit der Lunge, oder noch besser mit dem Körper der Insekten verglichen (§. 289), der von Tracheen durchzogen ist, die mit Oeffnungen nach außen communiciren. Wir haben in den Spaltöffnungen Aehnlichkeit mit diesen Luftlöchern gefunden; es fand sich aber in dem übrigen Respirationsapparate eine wesentliche Verschiedenheit, indem bei den Thieren die Luft eine Reihenfolge verzweigter Kanäle (Bronchien oder Tracheen) durchzieht, und quer durch ihre Wände auf das Blut wirkt, welches in den an ihnen hinlaufenden Capillargefäßen enthalten ist, während bei den Pflanzen die Luft in eine Reihe von Höhlungen eindringt, die durch die Zwischenräume der mehr oder weniger von einander entfernten Zellen gebildet werden (§. 127), und von da auf die in den Zellen eingeschlossene Flüssigkeit ihren Einfluß äußert. Man könnte dieser Anordnung den Theil des Respirationsapparates der Vögel vergleichen, der sich von den Lungen aus in alle Theile des Körpers erstreckt, und diese mit der cirkulirenden atmosphärischen Luft durch große zusammenhängende, im Zellgewebe gleichsam ausgehöhlte Lücken [die Luftsäcke] in Berührung setzt. Wir haben die Aufmerksamkeit unsers Lesers auch auf einen anderen Hauptunterschied geleitet, den eine Vergleichung der thierischen und pflanzlichen Athmung herausstellt, nämlich, daß diese letztere ohne Unterbrechung, während des ganzen Lebens, in der Finsterniß wie am Tage, erstere aber nur am Lichte vollzogen wird (§. 299), dessen chemisch wirkende Strahlen selbst an der Bildung neuer Verbindungen Theil zu nehmen scheinen (§. 294).

§. 363. Die Aushauchung an der Oberfläche des Körpers betreffend, haben wir gefunden, daß es eine allgemeine auf der ganzen Oberfläche der Pflanze gibt, welche aber unbedeutend ist, und zum größten Theile abhängig von äußeren Umständen — die unmerkliche Ausdünstung nämlich, die sich der beim thierischen Körper gleichstellt; — dann eine andere lebhaftere, die die Begleiterin der Respiration ist, und durch dieselben Wege Statt hat. Wir verglichen diese mit der Aushauchung durch die Lungen (§. 301).

§. 364. Bei den Absonderungen finden wir wieder dieselbe so häufige Differenz zwischen dem Gewebe der thierischen und pflanzlichen Organe, indem die ersteren von einem Maschenwerk von Gefäßen, die letzteren durch eine Anhäufung von Zellen gebildet werden. Diesen letzteren Bau zeigten uns die Drüsen der Pflanzen, die nur mit den einfachsten der Thiere vergleichbar sind, von denen übrigens auch noch die Mehrzahl Ausführungsgänge besitzt, die den ersteren

gänzlich fehlen. Wir fanden bei den Pflanzen nicht gewisse beständig existirende Absonderungen, wie dieß bei den Thieren der Fall ist, denn alle die, deren Daseyn bei der Mehrzahl der Thiere so allgemein ist, scheinen sich an die Verdauung zu knüpfen, welche bekanntlich den Pflanzen fehlt. Uebrigens ist es aus Ursache der großen Einförmigkeit des Pflanzengewebes so schwierig jene Organe zu unterscheiden, die eine eigenthümliche Flüssigkeit absondern, und den weiteren Weg derselben inmitten der anderen Flüssigkeiten zu verfolgen, daß noch eine große Ungewißheit in Bezug auf die Ab- und Aussonderungen der Pflanzen besteht (§. 327).

§. 365. Als letzter Schluß ergibt sich, daß eine gewisse Analogie in der Aufeinanderfolge der großen Akte, die die Ernährung bei den Pflanzen und Thieren vollziehen, allerdings vorhanden ist, daß sie aber in den organischen Verrichtungen, die damit beauftragt sind, fast gänzlich verschwindet, indem diese sehr bestimmt und deutlich bei den ersten, sehr undeutlich aber bei den letzteren sind *), daß weiters die dabei wirkenden Kräfte zum großen Theil verschieden sind, und daß endlich man in den daraus hervorgehenden Produkten so sich gegen einander verhaltende Unterschiede wahrnimmt, daß die beiden Reiche unter einander einen steten Austausch ausüben können, und so stets ein merkwürdiges Gleichgewicht erhalten, welches den Zerrüttungen vorbeugt, in das die Bewegung des Lebens in dieser Anzahl von Wesen die Natur sonst bringen müßte **).

---

*) Ein Sinn entstellender Schreibfehler. Es muß grade umgekehrt »letztere statt »erstere« und »erstere« statt »letztere« heißen.

**) Dieses stete Parallelisiren und Vergleichen mit dem Thierreich, dem neben unserem Verfasser noch viele französische und deutsche Schriftsteller nur zu sehr zugethan sind, ist gänzlich unstatthaft und unbegründet. Thier und Pflanze sind in den Principien ihrer Organisation so verschieden, daß bei diesen auf oberflächlichen scheinbaren Analogien gemachten Vergleichen nichts zu Wege kömmt, als schiefe Ansichten und hinkende Gleichnisse.

Erklärung der Figuren.

Tafel I.

Fig. 1. Zellen.
Fig. 2. Gestreckte Zellen.
Fig. 3. Faser.
Fig. 4. Gefäß.
Fig. 5. Eine Zelle, wie Fig. 1, vergrößert.
Fig. 6. desgleichen.
Fig. 7. 8. Zellen in Verbindung oder Zellengewebe.
Fig. 9. Ein Würfel oder Cubus.
Fig. 10. Eine Säule oder Prisma.
Fig. 11. Eine Tafel oder niedrige Säule.
Fig. 12. Fig. 13. Das Rautendodekaëder.
Fig. 14. Fig. 15. Durchschnitte durch dieses.
Fig. 16. a) cylindrische Zellen, b) tonnenförmige Zellen aufeinanderstehend.
Fig. 17. Aestige Zellen aus der Saubohne (Vicia Faba) — l l Lücken.
Fig. 18. Lockeres Zellgewebe oder Merenchym aus einem jungen Blatte vom Hauswurz (Sempervivum tectorum); — m Zwischenzellengänge.
Fig. 19. Zellengewebe aus dem Marke des Hollunders (Sambucus nigra) die Zellen sind punktirt, wie in dem vorigen Beispiele.
Fig. 20. Lücken im Zellgewebe des Wasser-Hahnenfußes (Ranunculus aquatilis).
Fig. 21. Regelmäßig stehende Zellen, deren Querwände sich in einer Höhe befinden.
Fig. 22. Desgleichen, deren Querwände abwechselnd stehen.
Fig. 23 u. 24 Punktirte und gestreifte Zellen, aus dem Zellgewebe des Hollunders (Sambucus nigra).
Fig. 25, 26 u. 27. Spiral-, ringförmige und netzförmige Zelle aus der Mistel (Viscum album).
Fig. 27. b) Stück eines gemischten Gefäßes.
Fig. 28 u. 29. Querschnitt und Längsschnitt durch die Zellen einer Birne.
Fig. 30. Fasern aus der gemeinen Waldrebe (Clematis vitalba).
Fig. 31. Querschnitt durch dieselben.
Fig. 32. Punktirte Fasern aus dem Flügelrande eines Bignonien-Samens.
Fig. 33. Fasern aus dem Holz der Kiefer (Pinus sylvestris).

Fig. 34. Längsdurchschnitt derselben.

Fig. 35. Ein Spiralgefäß, wie es sich an ein anderes anfügt. Zugleich sieht man, daß es eigentlich nur eine sehr verlängerte Faser ist.

Fig. 36. Ein Stück desselben mit abgerollten Spiralfaden.

Fig. 37. Spiralgefäß mit von einander abstehenden Windungen aus dem Stengel des Kürbisses (Cucurbita Pepo).

Fig. 38. Spiralgefäß mit der Windung von Links nach Rechts.

Fig. 39. Spiralgefäß mit mehreren parallelen Spiralfasern aus einem Bananenstamm.

Fig. 40. Spiralgefäß, unten mit einfacher, oben mit doppelter Spiralfaser aus der Runkelrübe (Beta vulgaris).

Fig. 41. Aneinanderfügung der Ringgefäße.

Fig. 42 u. 43. Ringgefäße aus dem Stengel der Balsamine (Impatiens balsamine).

Fig. 44 u. 45. Stückchen von Gefäßen aus der Commelyna tuberosa.

Fig. 46. Stück eines Gefäßes, das ringförmig an einem, und netzförmig am andern Theile ist.

Fig. 47. Gestreiftes Gefäß aus dem Weinstock.

Fig. 48. Prismatisches gestreiftes Gefäß aus dem Mayfarne (Osmunda regalis).

Fig. 49. Ende eines gestreiften Gefäßes aus einem Bärlapp (Lycopodium); sein unterer Theil ist in Bandform abgerollt.

Fig. 50. Treppenförmiges Gefäß im Beginn seiner Entwicklung, aus einer keimenden Dattelpalmenwurzel.

Fig. 51. Fragment eines punktirten Gefäßes aus dem Weinstock, nebst einigen punktirten Fasern.

Fig. 52. Ein solches aus der gemeinen Waldrebe (Clematis vitalba).

Fig. 53. Ein solches aus der Mistel; seine Form geht in die rosenkranzförmige über.

Fig. 54. Ein solches aus der Balsamine, oben in die rosenkranzförmigen übergehend.

Fig. 55 u. 56. Milch- oder Lebenssaftgefäße aus dem gemeinen Schöllkraut (Chelidonium majus).

Fig. 57. Dieselben aus der süßen Wolfsmilch (Euphorbia dulcis).

Fig. 58. Ein Stück Gewebe aus der Himanthalia lorea, einer Meerpflanze. — a, a Zellen — b. Zwischenzellensubstanz.

Fig. 59. Stück aus dem Centrum einer jungen Dattelwurzel. — a, a, a Zellen, — b, b, b dazwischenliegendes oder Zwischenzellengewebe des Hrn. Mirbel.

Fig. 60. Verlängerte Zellen aus einer Dattelpalmenwurzel. — a, a Communikationskanäle.

Fig. 61. Gefäße im Uebergang aus einem Organe in's andere. — a, a, a Stellen, wo sie sich aneinanderlegen.

Fig. 62. Spiralgefäß aus dem Kürbiß.

Fig. 63. Junge Zellen mit den Zellenkernen (nucleus) n, n, n, aus der Runkelrübe.

Fig. 64. Zelle mit Stärkmehlkörnchen aus der Kartoffel.

Fig. 65. Stärkmehlkörnchen aus dem Weizen.

Fig. 66. Dergl. aus dem Mais.

Fig. 67. Zellengewebe aus dem Blatte eines Feigenbaums (Ficus elastica), in dem sich Krystalle entwickeln, deren Anhäufung einen stachligen runden Körper bildet u. Er ist durch eine Art Röhre s im Innern einer erweiterten Zelle c aufgehängt, die unter der Oberhaut liegt und von kleinern Zellchen u umgeben ist, welche voll mit Chlorphyll gefärbter Körner sind.

Fig. 68. Zellgewebe aus der Runkelrübe; in einer der Zellen eine sternförmige Anhäufung von Krystallen, a. — c, einzelne Krystalle.

Fig. 69. Krystallanhäufung aus dem Blattstiele von der Rhabarber (Rheum undulatum).

Fig. 70. Zellengewebe aus der Aaronswurz (Arum vulgare); mehrere Zellen sind mit Chlorophyllkörnern angefüllt, g; — andere mit Krystallbüscheln oder Raphidien r, r.

Fig 71. Raphidien in einer erweiterten Zelle, die von kleinern Zellen umgeben ist. Ebenfalls aus der Aaronswurz.

Fig. 72. Eine Partie Zellengewebe aus einer Aroidee (Colocasia odora). Mit Chlorophyllkörnern gefüllte Zellen g, g lassen zwischen sich eine Lücke, in die vier andere Zellen hineinragen, welche Raphidien r, r, r, r enthalten.

Fig. 73. Akotyledoner Embryo vom gemeinen Lebermoose (Marchantia polymorpha). Diese Embryonen heißen Sporen (sporae).

Fig. 74. Monokotyledoner Embryo von einem Laichkraut (Potamogeton perfoliatum) in den verschiedenen Epochen seiner Entwicklung. E^1 bei seiner ersten Erscheinung, wo er noch als kleiner Schlauch auftritt; — E^4, wenn seine verschiedenen Theile, das Würzelchen r, das Knöspchen g, der Samenlappen c, sich zu unterscheiden anfangen.

Fig. 75. Dikotyledoner Embryo von einer Nachtkerze (Oenothera crassipes) in seinen verschiedenen Entwicklungszeiträumen. E^1 sein erstes Erscheinen, wie oben; — E^2, E^3, wenn er 3 oder später mehr zusammengehäufte Schläuche bildet, — E^4 wie vorige Figur.

Fig. 76. Monokotyledoner Embryo fast vollkommen entwickelt; — r Würzelchen, — t Stengelchen, — c Samenlappen, — g Knöspchen.

Fig. 77. Dikotyledoner Embryo, eben so, vom Mandelbaume. r und c, c wie oben.

Fig. 78. Derselbe. Der eine Samenlappen ist entfernt und man sieht die zwischenliegenden Theile, r, t und c wie oben; — ic Ansatz des weggebrochenen Samenlappens; — g das aus mehreren Blättchen zusammengesetzte Knöspchen.

Fig. 79. Keimung des monokotyledonen Embryo von Zannichellia palustris, der dem von Potamogeton ähnelt. — m Scheidepunkt zwischen dem Stengel t und der Wurzel r. Man sieht, daß diese von der endständigen Warze oder Hervorragung entstand, die man in Fig. 76 r sieht, ganz unten am Embryo unterhalb einer Erweiterung, die hier in Form einer Art Kragen in m erscheint; — c Samenlappen; — g Knöspchen, dessen erstes aus der Scheide des Samenlappens hervorragendes Blatt die andern bedeckt.

Fig. 80. Keimung eines dikotyledonen Embryo vom Negundo-Ahorn (Acer Negundo); m, r, t, c c, g wie im Vorigen.

Fig. 81. Obertheil desselben, mehr entwickelt; c Samenlappen, — g Knöspchen, dessen erste Blättchen schon entwickelt sind.

Fig. 82. Ein Stückchen Oberhaut vom Blatte der deutschen Schwertlilie (Iris germanica). Man sieht eine kleine Partie vom Häutchen, durchbohrt von den Knopfloch-ähnlichen Spalten f, auf der eigentlichen Oberhaut e, e aufliegend, die aus verlängerten sechseckigen Zellen besteht. — s, s Spaltöffnungen.

Fig. 83. Senkrechter Durchschnitt der Oberhaut desselben Blattes, die enge Vereinigung der Oberhautzellen e e, und den lockern Zusammenhang mit dem unterliegenden grünen Parenchym p zeigend, welches von den Lücken l und den Zwischenzellengängen m durchbrochen ist. s Spaltöffnung.

Fig. 84. Stück Oberhaut von der obern Fläche des Wasserhahnenfußes (Ranunculus aquaticus), wenn es aus dem Wasser kömmt; e, e Oberhautzellen; — s, s, s, s Spaltöffnungen.

Fig. 85. Stück Oberhaut von der obern Fläche eines Blattes der Krapppflanze (Rubia tinctorum). c Oberhautzellen — s Spaltöffnungen.

Fig. 86. Querschnitt durch die Oberhaut eines Blattes der **Rochea** falcata. Seine Oberhaut e ist aus 2 Schichten von Zellen zusammengesetzt; die der äußern e′ sind sehr groß und aufgetrieben, die der innern, welche bei s von einer Spaltöffnung durchbohrt ist, sind sehr klein, kleiner sogar, als die des darunterliegenden grünen Parenchyms p. — l, l Lücken, deren eine einer Spaltöffnung entspricht.

Fig. 87. Ein Stückchen Oberhaut von einer jungen Krappwurzel. Mehrere Zellen haben sich durch Verlängerung nach Außen zu Haaren p umgebildet, andere e sind platt geblieben.

Fig. 88. Ein Stückchen Oberhaut von einem Blatte des sprossentreibenden Steinbrechs (Saxifraga sarmentosa) — s, s Spaltöffnungen, in Gruppen auf der Oberhaut vereinigt, deren Zellen um die Spaltöffnungen herum viel kleiner sind, als an andern Stellen e, e.

Fig. 89. Oberhaut von Cycas revoluta. — s Spaltöffnung auf dem Grunde einer Höhlung, welche von den Wänden der umliegenden Oberhautzellen gebildet wird. — m, m wulstiger Rand, welcher über die Ebene der Oberhaut e, e hinausragt, und von dem hervorragenden Theil dieser Zellen gebildet wird.

Fig. 90. Oberhaut von **Leucodendron decorum** (einer Proteacee). — e, e Oberhautzellen. — s Spaltöffnung mit einem aufgewulsteten Rande m, m.

Fig. 91. Oberhaut einer andern Proteacee, der **Hakea pachyphylla**. — e, e Oberhautzellen mit sehr dicken obern Wänden. Diejenigen, die die Spaltöffnung s umgeben, erheben sich in ihrer ganzen Dicke um dieselbe, und bilden eine cisternenförmige Vertiefung, auf deren Grund sie liegt. Sie wulsten sich einzeln zu einem freien

Rande m, m auf. — p das darunterliegende Parenchym mit Zellen voll Körnchen und Chlorophyll. — l eine Lücke.

Fig. 92. Theil eines senkrechten Durchschnittes durch das Blatt einer Lorbeerrose oder Oleanders (Nerium Oleander) auf der untern Blattfläche. — e Oberhaut, die aus mehreren Schichten übereinander liegender Zellen gebildet ist. — p Parenchym. — c mit Haaren besetzte Höhlung, auf deren Grunde man die bei einander stehenden Spaltöffnungen erkennt.

Fig. 93. Stück vom Häutchen der Oberhaut vom Kohl. Man sieht daran die den verschieden entwickelten Haaren entsprechenden Scheiden p, p, p, p, und die den Spaltöffnungen entsprechenden Spalten f, f.

Fig 94. Durchschnitt eines jungen Dikotyledonenstengels schematisch dargestellt. f, f Gefäßbündel — m Mark. — p c Zellenschicht, aus der sich die Rinde bildet — r Markstrahlen.

Fig. 95. f'' f'' neue hinzukommende Gefäßbündel, zwischen den alten f' f'. Uibrigens wie im Fig 94.

Tafel II.

Fig. 96. Horizontaler Schnitt durch einen jungen Ast des gemeinen Ahorns (Acer campestre) in 26facher linearer Vergrößerung. — m Mark — e m Markhülle — f b Holzbündel — v p punktirte Gefäße — rm Markstrahlen — c Cambium — fc Rindenfasern — v l Milch= oder Lebenssaftgefäße. — e c zellige Hülle — p korkige Hülle — e p Oberhaut.

Fig. 97. Senkrechter Durchschnitt nach dem Diameter und einem Holzbündel folgend, noch stärker vergrößert. — t Spiralgefäße. Die übrigen Buchstaben wie in der vorigen Figur.

Fig. 98. Senkrechter Durchschnitt eines Ahornastes von 2 Jahren. 1. sind die im vorigen 2. die im heurigen, Jahre gebildeten Theile. Bedeutung der Buchstaben, wie in den vorigen Figuren.

Fig. 99. Einige Theile der vorigen Figur noch stärker vergrößert, um ihren Bau, z. B. die Punktirung der Holzfasern, genauer ersichtlich zu machen. Bedeutung der Buchstaben wie früher.

Fig. 100. Horizontaler Schnitt durch einen achtjährigen Ast einer Eiche. — b Holz, in dem man acht koncentrische Ringe bemerkt, welche von einander durch Linien von Punkten getrennt sind, die den Oeffnungen der Gefäße entsprechen. — e Rinde, die auch acht koncentrische, aber viel schmälere nnd undeutlichere Ringe zeigt. Holz und Rinde sind von den Markstrahlen durchsetzt, welche vom Umfange gegen den Mittelpunkt zu gehen; die einen bis in das Centrum selbst, welches vom Marke gebildet wird, die andern nur bis zu einem Ringe, welcher in einem der vorhergehenden Jahre gebildet wurde.

Fig. 101. Horizontaler Durchschnitt zweier Holzbündel der Korkeiche (chêne-liège) an einem mehrjährigen Aste. Man sieht, daß diese 2 Holzbündel, die durch einen Markstrahl r m' getrennt sind, sich in den folgenden Jahren jedes in mehrere sekundäre Bündel getrennt haben, die um so zahlreicher und von um so

kürzern Markstrahlen rm″, rm‴, rm⁗ geschieden sind, je weiter außen der Ring steht, von dem sie entspringen, und je später sie also entstanden sind. — m Mark — e c zellige Hülle — p Korkschichte, die in dieser Pflanze eine außerordentliche Entwicklung erlangt.

Fig. 102. Senkrechter, durch das Mark gehender Durchschnitt durch einen einjährigen Zweig des gemeinen Ahorn's, sehr stark vergrößert. Man sieht die vom Markstrahl gebildete Platte r, m, die sich vom Marke m zum Rindenparenchym e c erstreckt, und in ihrem Verlaufe begränzt 1. ein Holzbündel, welches von außen nach innen aus Tracheen t und Holzfasern fl zusammengesetzt ist, in deren Mitte man ein starkes punktirtes Gefäß v p bemerkt; 2. ein Bündel von Rindenfasern f c.

Fig. 103. Senkrechter Schnitt durch denselben Ast, der aber die Markstrahlen unter einem rechten Winkel trifft. — fl, fl Holzfasern, die kleine gebogene Bündel bilden, welche zwischen sich Zwischenräume für die Markstrahlen rm, rm lassen.

Fig. 104. Bastnetz im Seidelbast (Daphne laureola) — f Faserbündel — r Markstrahlen.

Fig. 105. Stück vom Stengel der kletternden Bauhinie (Bauhinia scandens), bedeutend verkleinert.

Fig. 106. Horizontaler Durchschnitt durch den Stengel einer brasilianischen Malpighiacee (Heteropteris anomala). — In dieser Figur, so wie in den folgenden stellen die Punkte, mit denen das Holz besäet ist, die Oeffnungen der großen punktirten Gefäße vor.

Fig. 107 Horizontale Durchschnitte durch eine andere brasilianische Malpighiacee, der Banisteria nigricans in verschiedenen Altern. 1. wenn der Umriß des Stengels nur 4 schwache Lappen bildet; 2. wenn er 6 viel tiefere zeigt, von denen einige sich schon selbst wieder zu theilen anfangen; 3. wenn sie vollkommen getrennt sind, und so das Aussehen mehrerer Stämme gewinnen, die nur einfach nebeneinander gestellt sind. Man sieht, daß nur der mittlere allein ein Mark und eine Markhülle besitzt.

Fig. 108. Horizontaler Durchschnitt durch den Stamm der Bignonia capreolata.

Fig. 109. Horizontaler Durchschnitt durch den Stamm einer Sapindacee aus Brasilien.

Fig. 110. Theil eines Durschnittes durch Gnetum. — m Mark. — e m Markhülle — b, b, b, b, b, b, b Holzbündel, die sieben koncentrische Ringe bilden, deren jeder das Produkt mehrerer Jahre ist. — l, l, l, l, l, l, l kleine Bastfaserbündel, die nach außen jedem der vorhergehenden Bündel entsprechen, und so eben so viel zwischen den Holzringen liegende Kreise bilden.

Fig. 111. Stück eines Spargelstengels, dessen oberes Ende horizontal abgeschnitten ist. In dieser, so wie in den folgenden Figuren bedeuten die Punkte auf dem Schnitte die Holzbündel. — f Blatt, welches auf eine Schuppe reducirt ist.

Fig. 112. Stück aus einem Schilfrohrstengel (Arundo phragmites), etwas oberhalb des Knotens. Er ist durch Verschwinden des cen-

tralen Markparenchyms, welches man noch im Knoten n bemerkt, hohl geworden.

Fig. 113. Querschnitt eines fibrös-vaskulösen Bündels aus einer Schirmpalme (Corypha frigida) — t Tracheen oder Spiralgefäße — v p große punktirte Gefäße — u Zellen oder Schläuche, die die Gefäße umgeben, und entweder Parenchym bilden, oder an andern Orten in Fasern verlängert sind. — l eigene oder Milchsaftgefäße. — f dichte Fasern, ähnlich denen des Bastes.

Fig. 114. Zwei monokotyledone Bäume aus 2 verschiedenen Familien: 1. eine Palme; die Cocospalme (Cocos nucifera); 2. eine Pandanee, Pandanus odoratissimus, baquois oder vacoua. Der erste zeigt einen einfachen, der zweite einen ästigen Stamm. Die zwei Figuren dienen, um einen Maßstab für die Größe zu gewinnen.

Fig. 115. Theil eines Querschnittes aus einer Palme (Astrocaryum murumuru) — m Central oder Marktheil, wo die Holzbündel viel seltener und zerstreuter sind. — b Aeußerer oder Holztheil, wo die zahlreichen und dichtstehenden Holzbündel einen festen, schwärzlichen Ring bilden — l Ring von zartern und weiter von einander stehenden Bündeln, den man mit dem Baste verglichen hat. — e Zellige Rindenschichte.

Fig. 116. Verhältniß von 4 Paar von Bündeln a, b, c, d zu einander. 1. Im Systeme der endogenen Stämme, 2. im Systeme des Hrn. Mohl.

Fig. 117. Baumartiges Farnkraut (Alsophila perrotetiana) aus Ostindien. Der cylindrische Stamm zeigt unten bei r a eine kegelförmige Verdickung, die das Resultat eines Haufens von Adventivwurzeln ist, die von seinem untern Theil ausgehen und ihn bedecken.

Fig. 118. Querschnitt aus einem baumartigen Farrenkraute (Cyathea). — m Mark, welches in der Mitte befindlich ist. — z l Holzring, aus großen Bündeln, welche wie hier in einem unterbrochenen oder in andern in einem ganzen Kreise stehen. — f parenchymatöse Fasern, die die Einfassung jedes solchen Bündels machen. — v Anhäufung treppenförmiger Gefäße, die den innern Theil jedes solchen Bündels ausmachen, und so ein weißes, verschieden gewundenes Band darstellen, welches schwarz eingefaßt ist. p Parenchymatöser äußerer Ring, der entweder unmittelbar mit dem Marke zusammenhängt oder auch nicht. — e harte Hülle, die die Stelle der Rinde vertritt.

Fig. 119. Senkrechter Durchschnitt der Alsophila perrotetiana durch ihre Gabelung. — m Mark. — z l Holzring.

Fig. 120. Keimender Roggensamen. — g Masse des Kornes — t der junge Stengel, der sich eben erhebt. — r Hauptwurzel — r′, r′, r′, r′ Seitenwurzeln, bedeckt mit kleinen Fäden, wie die vorige. — c, c, c Wurzelscheide (Coleorhiza), mit der sich jede Wurzel bedeckt, indem sie die oberflächliche Schichte des Embryo durchbricht.

Fig. 121. Pfahlwurzel der rundblättrigen Malve (Malva rotundifolia).

Fig. 122. Zusammengesetzte Wurzel des gelben Affodils (Asphodelus luteus).

Fig. 123. Wurzel des traurigen Storchschnabels (Pelargonium triste).

Fig. 124. Wurzel der Spiraea filipendula.

Fig. 125. Wurzel einer Orchis, wo blos 2 Büschel zu Knollen anschwellen, während die andern ihre cylindrische Form beibehalten.

Fig. 126. Gefäßbündel auf dem Querschnitt durch eine Wurzel einer Palme (Diplothemium maritimum), um die wechselseitige Stellung der Gefäße unter einander und gegen die übrigen Elementargebilde zu zeigen. — vp große punktirte Gefäße, die nach innen liegen. — vs treppenförmige Gefäße, mehr nach außen gelegen und um so kleiner, je weiter vom Mittelpunkt. — f fasriges oder aus verlängerten Zellen zusammengesetztes Gewebe, welches die Gefäße begleitet. — l Gruppen von Lebens- oder Milchsaftgefäßen, nach innen weiter, nach außen enger.

Fig. 127. Blatt des Wasserpfeffers (Polygonum hydropiper) mit einem Stück Stengel, an dem es sitzt. — l Blattscheibe. — p Blattstiel. — g Blattscheide oder Scheidentheil, welcher den Stengel umfaßt, und oben in Wimpern endigt.

Fig. 128. Uibergang eines fibrös-vaskulösen Bündels aus einem Aste b in einen Blattstiel p. Man sieht, daß seine Bestandtheile, die in ersterem senkrecht gehen, in letzterem eine wagrechte Richtung annehmen, und trotz dieser Veränderung dieselbe Stellung gegen einander einnehmen. Man sieht auch, daß sie sich, so wie das umgebende Zellengewebe bei diesem Uibergange von einem Organ in das andere verändern, wodurch eine Gliederung a zwischen diesen beiden Organen entsteht. — t Spiralgefäße. — v Spiralgefäße einer andern Ordnung; hier sind es ringförmige. — f Holzfasern. — l Bast- oder Rindenfasern.

Tafel III.

Fig. 129. Ein zarter senkrechter Schnitt aus einem Lilienblatte, sehr stark vergrößert. — es Oberhaut der obern Fläche. — ei Oberhaut der untern Fläche. — ps Parenchym aus der obern Partie. — pi Parenchym aus der untern Partie. — m Zwischenzellengänge. — l, l Lücken.

Fig. 130. Ein ähnlicher Schnitt aus einem Balsaminenblatte. Die Buchstaben bedeuten dasselbe, wie in der vorigen Figur. — s, s Spaltöffnungen.

Fig. 131. Stück aus der Oberhaut von der untern Fläche e eines Balsaminenblattes, auf dem man ein Netz bemerkt, welches durch die untere Schicht des Parenchyms p gebildet wird. Die Maschen dieses Netzes sind eben so viele Lücken l, die häufig Spaltöffnungen s entsprechen.

Fig 132. Senkrechter Durchschnitt durch ein Stückchen eines unter-

getauchten Blattes von einem Laichkraute (Potamogeton perfoliatum) — p Parenchym. — l Lücken.

Fig 133. Tannenblatt (Nadel) von oben.

Fig. 134. Blatt von der Belladonna (Atropa belladonna). — p Blattstiel. — n m Mittelnerve — ns, ns, Nebennerven oder sekundäre Nerven.

Fig 135. Blatt des Wassernabels (Hydrocotyle vulgaris).

Fig. 136. Eichenblatt.

Fig. 137. Blatt des Baldrians (Valeriana dioica).

Fig. 138. Blatt des gemeinen Wunderbaumes (Ricinus communis).

Fig. 139. Blatt der gemeinen Walderdbeere (Fragaria vesca).

Fig. 140. Blatt der Roßkastanie (Aesculus Hippocastanum).

Fig. 141. Blatt der sogenannten Akazie (Robinia pseudoacacia).

Fig. 142. Blatt der Rüster (Ulmus effusa).

Fig. 143. Blatt des Mohns. (Papaver Argemone).

Fig. 144 Theil eines Blattes von Laserpitium commune.

Fig. 145. Blatt einer neuholländischen Akazie (Acacia heterophylla). — p Phyllodium (Blattstielblatt) oder erweiterter Blattstiel, der oft das Blatt allein ausmacht. — l Blattscheibe, die aus doppelt-gefiederten Blättchen zusammengesetzt ist, welche bei einem großen Theil der Blätter oft ganz fehlen.

Fig. 146. Stück eines Astes r von der wilden Rose (Rosa canina), welches ein Blatt f mit seinem Blattstiel p, Nebenblättern s, und seiner Knospe b trägt. — a ein Stachel.

Fig. 147. Stück eines Astes r von einer Weidenart (Salix aurita), das ein Blatt f mit seinem Blattstiel, seinen Stengel-Nebenblättern s, s und seiner Knospe b trägt. Der obere Theil der Blattscheibe ist abgeschnitten.

Fig. 148. Stück eines Blattes von Astragalus Onobrychis. — f unterer Theil des zusammengesetzten Blattes mit 3 Paaren seiner Blättchen. — s Nebenblätter, die auf der entgegengesetzten Seite des Astes r in eins zusammengeschmolzen sind.

Fig. 149. Blatt f der Hottuynia cordata, getragen von einem Stück des Astes r, an den es sich durch seinen Blattstiel anheftet, an dessen Basis man das achselständige Nebenblatt sieht.

Fig. 150. Die zwei entgegengesetzten Blätter einer Rubiacee (Cephalanthus occidentalis), deren jedes an seinem Ursprunge den der Nebenblätter zeigt, welches gegen den Beschauer gewendet ist. Diese 2 Nebenblätter haben sich in einer Mittellinie zu einem einzigen zwischen-blattstielständigen s vereinigt. Ein ähnliches steht auf der entgegengesetzten Seite. — r der Ast.

Fig. 151. Theil eines Blattes von einer Graminee (Phalaris arundinacea); f sein Blattscheibentheil, — g die Blattscheide, — g v Scheidentheil derselben, — g l oberer, freier Theil derselben oder Blatthäutchen (ligula).

Fig. 152. Blatt einer Banane (Musa), sehr verkleinert, um die

parallelen und an ihrem Ursprunge gebogenen Neben- oder sekundären Nerven zu zeigen.

Fig. 153. Stück eines Astes von einem Kirschbaume mit 6 Blättern, wovon das sechste nach 2 Windungen senkrecht über das erste zu stehen kömmt, und so einen neuen Cyklus beginnt. — Daneben ist der Ast vergrößert und entblättert abgebildet, und die Spirale darauf verzeichnet, auf der man in bestimmten Entfernungen die Blattnarben sieht, deren jede die Anheftung eines Blattes bezeichnet.

Fig. 154. Stück eines Lindenastes mit 4 Blättern, von zwei Umläufen oder Windungen, indem der Abstandswinkel $\frac{1}{2}$ ist. Daneben steht ein deßgleichen Stück ohne Blätter, mit den Blattnarben und der Spirale. n Knoten, — m Zwischenknotenstück (merithallus, internodium).

Fig. 155. Junge Pflanze eines Cypergrases (Cyperus esculentus) mit dreireihigen Blättern; daneben ein Stück des Stengels vergrößert mit den Blattnarben und der Spirale.

Fig. 156. Cyklus von dreizehn Blättern in einer Blattrose von oben gesehen. Auf der sehr kurzen Axe A, die sie trägt, sind 5 Spiralwindungen und der Ursprung jedes Blattes verzeichnet.

Fig. 157. Eine von Links nach Rechts gehende Spirale von fünf Umläufen mit je 13 Blättern auf 5 Windungen, entworfen auf einer Ebene. Die Nebenspiralen, die nach Rechts durch die Zahlen mit der Differenz 5, nach Links durch die Zahlen mit der Differenz 8 gebildet sind, sind mit punktirten Linien bezeichnet.

Fig. 158. Ein Zapfen von Pinus alba, an dem die einzelnen Schuppen nach ihrer Höhe numerirt sind. Es sind eine geradlinige Reihe und 2 Nebenspiralen eine von Rechts nach Links, die andere von Links nach Rechts durch Linien angedeutet.

Fig. 159. Kreuzweise stehende Blätter (fol. decussata) von Pimelea decussata.

Fig. 160. Blätter des gemeinen Weiderichs (Lysimachia vulgaris) zu dreien in Quirlen stehend. Der Quirl oder Wirtel stehen von 2 zu 2 immer gerade über einander.

Fig. 161. Die Stellung von 4 Wirteln (jeder zu 4 Blättern), die von 2 zu 2 einander entgegengesetzt sind, entworfen auf einer Ebene. Die geradlinigen Reihen sind durch die Radien oder Strahlen, die parallelen Spiralen durch punktirte Linien angezeigt.

Fig. 162. Gipfel eines Astes vom schwarzen Geisblatt (Lonicera nigra) nach dem Abfallen der Blätter mit seinen Knospen; b t die Endknospe, b a mehrere Seitenknospen.

Fig. 163. 1. Schuppige Knospe des Bergahorns (Acer pseudoplatanus). — r Ast. — p Kissen (pulvinus), welches an seinem obern Theile die Narbe c trägt, die nach dem Abfall der Blätter stehen bleibt, nnd in der man drei Gefäßbündel bemerkt, die sich hineinbegeben. — e dachziegelförmige Schuppen der Knospe. 2. Querschnitt durch dieselbe Knospe. — e Schuppen. — f Blätter.

Fig. 165. Stück des Wurzelstocks oder Rhizoms r von der Sumpfsimse (Scirpus palustris) bedeutend verkleinert. — fe, fe, zu

Schuppen umgestaltete Blätter, die auf dem Wurzelstocke sitzen. — p a Theil der Pflanze mit seinen blätter- oder blütentragenden Aesten, der sich über die Erde in die Luft erhebt. — t Höhe der Erde über dem Wurzelstock.

Fig. 166. Theil des Wurzelstockes vom Salamonssiegel (Convallaria polygonatum). — b Knospe am Ende des Wurzelstockes, die sich schon zu einem Ast entwickelt hat. — b′ Knospe, die sich später entwickelt. — c, c Narben, welche die Stelle anzeigen, wo ältere bereits abgestorbene und abgefallene Aeste standen.

Fig. 167. Häutige Zwiebel des Porre (Allium Porrum) 1. von außen, 2. in einem senkrechten Druchschnitt. — r Wurzeln — p Scheibe oder Zwiebelkuchen zwischen den Wurzeln und der eigentlich sogenannten Zwiebel. — e Zwiebelschuppen, oder innere modificirte Blätter. — f obere entwickelte Blätter, die an ihrer Basis abgeschnitten sind. — b Knospen in der Achsel einer Schuppe, die sich zu einer neuen Zwiebel entwickelt.

Tafel IV.

Fig. 164. Blätter in ihrer Knospenlage (praefoliatio oder vernatio) einzeln betrachtet. 1 und 7 im senkrechten Durchschnitt. 2, 3, 4, 5, 6 im horizontalen Durchschnitt. 8 — 12 Vereinigung mehrerer Blätter in der Knospe, im horizontalen Durchschnitt gesehen. Man sieht hier ihre Stellung gegen einander und zugleich die Faltung jedes einzelnen. In allen diesen Figuren ist der Mittelnerv durch eine größere Dicke in dem Durchschnitte angezeigt und die blatttragende Axe durch einen großen Punkt.

Fig. 168. Schuppige Zwiebel der weißen Lilie. — r Wurzeln. — e, e Schuppen. — t abgeschnittener Stengel.

Fig. 169. Feste oder solide Zwiebel von der Zeitlose (Colchicum autumnale). — r Wurzeln. — f Blatt. — a′ primäre bereits abgestorbene Axe vom vorigen Jahre. — a″ sekundäre oder zwiebelförmige Axe des heurigen Jahres. — a‴ Punkt, wo sich die des nächsten Jahres entwickeln wird.

Fig. 170. Ein Theil eines Erdbeerstockes. — a′ eine primäre Axe, die eine Blätterrose r hervorgebracht, deren obere Blätter r grün, deren untere f aber nur rudimentär geblieben sind. Aus der Achsel eines der letztern ist eine zweite Axe oder ein Sproß a″ entsprungen, der in seiner Mitte ein rudimentäres (verkümmertes) Blatt f trägt, an seinem Ende aber eine neue Blätterrose r erzeugt, aus der eine dritte Axe a‴ entsteht.

Fig. 171. Stück vom Stengel der zwiebeltragenden Lilie (Lilium bulbiferum) mit 3 Blättern f, und 3 achselständigen Zwiebelchen b.

Fig. 172. Theil eines Astes von einem Weinstocke. — a′ erste Axe, die in eine Ranke v′ endigt, welche sich bereits seitwärts gewendet hat. Sie trägt das Blatt f′, aus dessen Achsel ein Ast a″ entspringt, welcher die Axe a′ fortzusetzen scheint, und sich ebenfalls in eine Ranke v″ endet und ein Blatt f″ trägt.

Fig. 173. Stück eines Astes vom Nußbaum (Juglans regia) r, mit dem abgeschnittenen Blattstiele p. In seiner Achsel sind mehrere übereinander stehende Knospen b, die um so mehr entwickelt sind, je weiter oben sie stehen.

Fig. 174. Stück eines Astes r vom Geißblatte (Lonicera tatarica), welches zwei gegenständige Blätter trägt, von denen eines abgeschnitten, das andere f stehen geblieben ist. In ihrer Achsel eine Reihe Knospen b, die um so entwickelter stehen, je tiefer sie sind.

Fig. 175. Endstück eines Blattes l von Malaxis paludosa, dessen Rand ganz mit Zwiebelchen b, b besetzt ist.

Fig. 176. Theil der Scheibe eines Blattes von Ornithogalum thyrsoideum, auf dessen Oberfläche sich eine Menge Adventivknospen oder Zwiebelchen b, b, b entwickelt haben, die schon mehr oder minder weit vorgeschritten sind.

Fig. 177. Senkrechter Durchschnitt eines Knötchens n in der Rinde e der Ceder, in der es eine Erhabenheit erzeugt.

Fig. 178. Unterer Theil einer Kartoffelpflanze. — p a der oberirdische Theil oder Stengel, mit Blättern. — t unterirdischer Theil oder Knollen. — Einer davon T ist vergrößert dargestellt, und man sieht daran die Augen oder Knospen b in regelmäßiger Stellung, und noch unter den zu Schuppen umgestalteten Blättern versteckt. s, s Oberfläche des Bodens.

Fig. 179. Eine Pflanze vom knollentragenden Hahnenfuß (Ranunculus bulbosus). Man sieht seine Axe a an ihrem Grunde zu einem Knollen b verdickt; aus ihr entspringen nach unten Wurzeln, nach oben Wurzelblätter, und sie endet in eine bereits entfaltete Blüte f′. Beiläufig in der Mitte trägt sie ein Blatt, aus dessen Achsel eine sekundäre Axe a″ entspringt, die in eine Blüte f″ endigt, welche noch nicht so weit entwickelt ist als f′. — a″ trägt wieder ein Blatt und eine tertiäre Axe, die in eine noch unentwickelte Blüte f‴ endet, und a‴ ein viertes kaum entwickeltes Blatt, in dessen Achsel man abermals eine Blütenknospe sieht, die noch weniger entwickelt ist, und deren Axe noch nicht angefangen hat, sich zu verlängern.

Fig. 180. Traube der Berberitze (Berberis vulgaris). Man sieht sie aus der Achsel eines Blattes f entspringen, welches in einen Dorn verwandelt ist, und seine beiden Nebenblätter s behalten hat. — a′ primäre Axe, aus der kleine, abwechselnd stehende Deckblätter, und aus deren Achseln sekundäre Axen entspringen, die in einer Blüte endigen. Man kann die stufenweise Entwicklung dieser Blüten vom Grunde bis zum Gipfel verfolgen; die untern fangen an, Früchte anzusetzen, die mittleren sind entfaltet, und die obern sind noch Knospen.

Fig. 181. Rispe der Yucca gloriosa. — a′ primäre Axe oder Spindel. — a″ sekundäre Axe. — a‴ tertiäre Axe, die unmittelbar eine Blüte trägt und den Namen eines Blütenstiels erhält. — b, b, b, b Deckblätter von verschiedenen Ordnungen, aus deren Achseln diese Axen entspringen. — Man sieht, daß dieser Blütenstand aus einer Reihe von Trauben entsteht, die auf einer gemeinschaftlichen

Axe a′ stehen, und daß sie um so frühzeitiger entwickelt sind, je tiefer sie stehen, und daß die einzelnen Blüten jeder Traube sich eben so verhalten.

Fig. 182. 1. Einfache Doldentraube der Mahalebkirsche (Prunus Mahaleb) — a′ primäre Axe, aus der abwechselnde Deckblätter b entspringen, die aus ihren Achseln sekundäre Axen a″ a″ ausschicken, deren jede unmittelbar eine Blüte trägt und den Namen Blütenstiel annimmt. Man kann ihre Entwicklung von außen nach innen verfolgen; die innerste ist noch im Zustande der Knospe. — Diese Doldentraube ist in der Achsel eines bereits abgefallenen Blattes entsprungen, und beendet einen fehlgeschlagenen Ast, dessen untere Blätter man in Gestalt von Schuppen wahrnimmt. — — 2. Zusammengesetzte Doldentraube des Elsbeerbaumes (Crataegus terminalis). — a′ primäre Axe. — a″ sekundäre Axen. — a‴ tertiäre Axen, die unmittelbar die Blüten tragen, oder Blütenstiele. — b, b, b Deckblätter.

Fig. 183. Endstück der Aehre des gemeinen Eisenkrautes (Verbena officinalis). — Man sieht wie die untern Blüten bereits zu Früchten geworden sind, die mittleren sich entfaltet haben, und die obern noch Knospen sind.

Fig. 184. Kätzchen der Haselnuß. Die zu Schuppen gewordenen Deckblätter sind einander so genähert, daß man ihre spiralige Stellung wahrnehmen kann. Man sieht zwischen ihnen die Enden der Staubfäden der männlichen Blüten hervorragen.

Fig. 185. Kolben der Aaronswurz (Arum vulgare). 1. in seine Blütenscheide b eingehüllt, die wie eine Düte gerollt ist, und nur sein Ende a hervorschauen läßt. 2. Derselbe mit nach der Länge aufgeschnittener Scheide, um die ganze Axe a sichtbar zu machen, wie sie unten dicht mit weiblichen Blüten f und oben mit männlichen m besetzt ist.

Fig. 186. Mehrere Dolden o′ der Aralia racemosa. — a allgemeine Axe, oder Gipfel des Astes, der durch eine weiter vorgeschrittene Dolde begränzt ist. — a′, a′, a′ Axen, die aus der vorigen entspringen, und in Bezug auf diese sekundär sind, die aber jede wieder einen Blütenstand tragen, für den sie primäre Axen sind. — b, b, b abwechselnde Deckblätter auf der allgemeinen Axe. Man sieht in der Achsel der einen von ihnen in d zwei Axen derselben Ordnung, die eine über der andern entspringen, indem eine doppelte Knospe vorhanden war. — i, i, i wirtlige Deckblätter auf den Axen jedes Blütenstandes, um den sie eine Hülle bilden.

Fig. 187. Zusammengesetzte Dolde der Möhre oder gelben Rübe (Daucus Carota). — a′ primäre Axe, deren Blütenstand auf eine concave Fläche reducirt ist. — a″ sekundäre Axen, oder Strahlen der allgemeinen Dolde, deren jede ein Döldchen o″ trägt. — a‴ tertiäre Axen, oder Strahlen der Döldchen. — i′ fiederschnittige, wirtelständige Deckblätter, die die allgemeine Hülle bilden. — i″ einfache Deckblätter, die die Hüllchen zusammensetzen.

Fig. 188. Ein Blütenköpfchen der dunkelrothen Scabiosa

(Scabiosa atropurpurea); die Entwickelung der Blüten ist um so weiter zurück, je näher sie dem Mittelpunkte stehen.

Fig. 189. 1. Ganzes Köpfchen der Schwarzwurzel (Scorzonera hispanica). 2. Dasselbe senkrecht durchschnitten, um zu zeigen, wie der Gipfel des Blütenstiels zum sogenannten Blumenboden r erweitert ist, der die Blüten f auf seiner Oberfläche trägt. Die am Umfange sind bereits entfaltet, die in der Mitte noch im Knospenzustande. — b dachziegelförmige Deckblätter, die die Hülle bilden.

Fig. 190. Eine Feige, der Länge nach durchschnitten, um ihre Blüten f zu zeigen, die auf der ganzen innern Fläche des Blumenbodens r sitzen.

Fig. 191. Blütenstand der Dorstenia Contrayerva, wo die Blüten f in den concaven Blumenboden r halb eingesenkt sind, so daß man ihre obern Enden hervorragen sieht.

Fig. 192. Gipfel einer Pflanze, des Tausendguldenkrautes (Erythraea Centaurium). — a'' a'' sekundäre Axen, zwei an der Zahl. — a''' a''' a''' tertiäre Axen, vier an der Zahl. — a'''' a'''' a'''' quaternäre Axen, an der Zahl achte. f Blüten, deren Bezeichnungsbuchstabe eben so viel Strichelchen hat, als die Axe, zu der sie gehören. — Die Blüten sind um so weiter entwickelt, einer je höhern Ordnung von Axen sie angehören, f' als Frucht, f'' f'' entfaltet und f''' f''' als Knospe.

Fig. 193 Blütenstand des großblütigen Hornkrautes (Cerastium grandiflorum). — Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung, wie in der vorhergehenden Figur. — b, b, b gegenständige Deckblätter an jeder Verästlung.

Fig. 194. Blütenstand des viermännigen Hornkrautes (Cerastium tetrandrum). Die Buchstaben, wie in den vorigen Figuren. — Man sieht, daß die quaternären Axen auf eine seitliche reducirt sind durch das Fehlschlagen der zweiten.

Fig. 195. Schneckenförmige Trugdolde einer Species Alströmeria. Man sieht die Aufeinanderfolge der Axen a', a'', a''', a'''', die eine einzige Axe mit eben so viel Zwischenknotenstücken auszumachen scheinen. Jede entsteht in der Achsel eines Blattes und endet in eine Blume f, die diesem Blatte gegenüber steht.

Fig. 196. Skorpionschwänzige Trugdolde des Vergißmeinnichts. — Man sieht die Blüten hier abwechselnd in doppelter Reihe auf einer Seite des gemeinschaftlichen Blütenstieles stehen.

Fig. 197. Schematische Figur dieser Blütenstände.

Fig. 198. Begränzte endständige Rispe der Rainweide. Von der primären Axe a' entspringen gegenständig die sekundären Axen a'', a'', aus denen die tertiären a''', a''' entspringen, welche gablig enden und folglich kleine dreiblütige Trugdolden c, c tragen. Man sieht überall die mittlere Blüte weiter vorgeschritten als die seitlichen.

Fig. 199. Begränzte Traube einer Glockenblume (Campanula) — a', a' primäre Axe, in einer Blüte f' endigend, welche bereits abgewelkt ist und Frucht ansetzt. — a'', a'', a'' sekundäre

Axen, jede in einer Blüte f'' endigend, die um so weiter entwickelt ist, je tiefer sie in der Traube steht.

Fig. 199. b. Schematische Darstellung einer Trugdolde (cyma).

Fig. 200. Blütenstand der wilden Weberdistel (Dipsacus sylvestris). Die einzelnen Blütchen, die durch lange stachlige Deckblätter von einander abgesondert sind, entwickeln sich in mehreren Reihen e^s, e^m, e^i übereinander, in denen überall die untern schon entfaltet, die obern noch im Knospen-Zustande sind.

Fig. 201. Frucht einer Eiche, oder Eichel. — c Schälchen oder Becherchen, entstanden durch Verwachsung einer großen Zahl von Deckblättern, deren Spitzen man noch hervorragen und eine Spirale bilden sieht.

Fig. 202. Ein blattförmiger Ast r der Xylophylla longifolia. — f, f, f Blütenbüschel.

Fig. 204. Ast des Schlehenstrauches (Prunus spinosa) der in einen Dorn endet.

Tafel V.

Fig. 203. Gipfel des Stengels von Celosia cristata, der sich in eine Art fleischigen Kammes ausbreitet, welcher mit spitzen Deckblättern ganz bedeckt ist und an seinem obern Rande die Blüten trägt.

Fig. 205. Ast der Berberitze (Berberis vulgaris), dessen Blätter f, f, f die Form ästiger Dornen angenommen haben. Aus ihren Achseln entspringen regelmäßig gebildete Blätterosen r, r, r.

Fig. 206. Zusammengesetztes Blatt des Marseiller Stragels (Astragalus massiliensis), dessen Spindel oder gemeinschaftlicher Blattstiel in einen Dorn endet. — s Blattstiel, Nebenblätter. — f neunpaarige Blättchen.

Fig. 207. Basis eines zusammengesetzten Blattes der sogenannten Akazie (Robinia pseudoacacia), deren Nebenblätter die Form von Dornen angenommen haben. — b Ast. — r Spindel oder gemeinschaftlicher Blattstiel.

Fig. 208. Ast von der glattbeerigen Stachelbeere (Ribes uva crispa), an dem man die Blattkissen c, c, c, c jedes in einen einfachen oder dreifachen Dorn entwickelt sieht. — f, f, f Basis der Blätter — b, b aus den Blattachseln entspringende Knospen.

Fig. 209. Haare, die aus einer einzigen Zelle gebildet sind, welche aus Oberhaut e entstehen. 1. Einfaches Haar, — 2. gabliges Haar von Sisymbrium Sophia. — 3. Aestiges Haar von Arabis alpina.

Fig. 210. Zusammengesetzte Haare, durch Vereinigung mehrerer Zellen gebildet. — e Oberhaut, aus der das Haar entspringt. 1. Einfaches mit Querscheidewänden versehenes Haar, vom Stengel der weißen Zaunrübe (Bryonia alba). — 2. Aestiges Haar von der Blüte der Nicandra anomala. — 3. Sternförmiges Haar vom Blatte des rosenfarbigen Eibisches (Althaea rosea). — 4. Rosenkranzförmiges Haar von der brennenden Liebe

(Lychnis chalcedonica); seine Oberfläche ist ganz mit stachligen Hervorragungen besäet.

Fig. 211. Schuppe (Lepis) oder schildförmiges Haar vom Blatte des Sanddorns (Hippophaë rhammnoides), einer Eleagnee.

Fig. 212. Drüsige Haare. — e Oberhaut, aus der sie entspringen. 1. Aus einer einzigen Zelle bestehendes Haar vom Blatte des Sisymbrium chilense. 2. Haar, welches aus mehreren Zellen zusammengesetzt ist, und mit einer einzigen absondernden endigt, vom Blumenstiel des Löwenmauls (Antirrhinum majus). 3. Aus mehreren Zellen zusammengesetztes Haar, das in zwei aneinander geklebte absondernde Zellen endigt, vom Blütenstiel des gemeinen Weiderichs (Lysimachia vulgaris). 4. Aus mehreren Zellen zusammengesetzes Haar, welches in mehrere der Länge nach aneinder gereihte abgesonderte Zellen endet vom Geum urbanum.

Fig. 213. Konisches Haar der gemeinen Brennessel (Urtica dioica), welches oben in eine knopfförmige Anschwellung endigt, unten aber, b, knollig aufgetrieben ist. Diese knollenförmige Basis ist von einer Anzahl Zellen u e der Oberhaut umgeben, welche sich rundum erhebt, um dem Haare eine Art Stütze zu gewähren. In der Höhlung des Haares sieht man Ströme eines körnigen Stoffes f, f.

Fig. 214. Haar p der Malpighia fucata auf einem Stückchen der Oberhaut e. — g Drüse, die beide mit einander vereinigt, indem sie sich mit einem Theil in die Oberhaut, mit dem andern in die Oeffnung inmitten des Haares einsenkt.

Fig. 215. Drüse vom Blattstiel des Diptams (Dictamnus fraxinella) senkrecht durchgeschnitten, um seine Höhlung l sichtbar zu machen, welche von einer Schichte mit rothem Safte gefüllter Zellen c umschlossen ist und ein grünliches Oel enthält. — e Oberhaut.

Fig. 216. Drüse von der Centifolienrose (Rosa centifolia). Es gibt verschiedene Formen davon. — e Oberhaut.

Fig. 217. Blasige Drüse von der gemeinen Raute (Ruta graveolens). — g die Drüse, gebildet von großen schlauchartigen durchsichtigen Zellen, die so von einander entfernt sind, daß sie eine centrale Höhlung oder Lücke l zwischen sich lassen. — e Oberhaut der obern Fläche des Blattes. — uc, uc, verlängerte und anderweitig gestaltete mit Chlorophyll gefüllte Zellen, welche das grüne Parenchym des Blattes bilden.

Fig. 218. Senkrechter Durchschnitt einer Drüse von der Basis des Blattstiels einer Malpighiacee (Heteropteris chrysophylla). p Theil des Blattstiels. — g daran angefügte Drüse, mit der Oberhaut e bedeckt. — f Gefäßbündel, welches längs der Drüse hinläuft und ihr einige Verzweigungen zuzuschicken scheint. — Nebenstehend sind noch einige kleine Stückchen derselben Theile sehr vergrößert abgebildet worden, nämlich 1. ein Theil des Drüsendewebes mit seiner Oberhaut e, seinen innern runden Zellen u r, davon einige Krystalle enthalten, und seinen äußern verlängerten,

fadenförmigen Zellen u l; 2. ein Theil des fibrös-vaskulösen Bündels, welches in seinem Innern von Spiralgefäßen t, nach Außen von zarten dünnen verlängerten Zellen c gebildet ist.

Fig. 219. Endosmatischer Apparat Eine Glasröhre, an der eine thierische oder pflanzliche Membran in Sackform angebunden und mit irgend einer wässrigen Auflösung angefüllt ist. Sie ist in ein Gefäß eingetaucht, welches reines Wasser oder auch eine andere Lösung enthält.

Fig. 220 Stamm eines Weinstocks, der 5 Decimeter hoch über der Erde abgeschnitten ist. — t Glasröhre mit doppelter Krümmung, die genau in eine kupferne Büchse v einpaßt, welche ihrerseits wieder genau auf das abgeschnittene Stammende angepaßt und aufgekittet und mit einem Stück Blase m umbunden ist. — n, n Stand des Quecksilbers in den beiden Schenkeln der untern Krümmung vor Beginn des Versuches. — n′, n′ Stand desselben nach dem Versuche.

Fig. 221. Stückchen eines Blattes des großen Schöllkrautes (Chelidonium majus), welches unter einer sehr starken Vergrößerung mehrere Maschen von dem Netze der Lebenssaftgefäße zeigt. Die Richtung der Ströme ist durch die Pfeile angedeutet.

Fig. 222. Haare vom Kelch der Tradescantia virginica mit einem kleinen Theile der Oberhaut e, e, auf dem man eine Spaltöffnung s wahrnimmt. In jeder Zelle, die sowohl das Haar, als die Oberhaut zusammensetzen, bemerkt man einen Kern n, und in die Rundung laufende Ströme, deren Richtung von den Pfeilen angedeutet ist. In jeder Zelle sind mehrere Ströme, die sich in der Regel in der Gegend des Kernes n kreuzen. In den Zellen der Oberhaut und in denen, die die Spaltöffnung bilden, sieht man sie nur undeutlich, sehr gut aber in der Zelle a, welche die Basis des Haares bildet; in den obern verlängerten Zellen sieht man nur eine einzige Strömung abgebildet, obschon sich mehrere vorfinden.

Nothwendige Berichtigungen.

Seite 121 fehlt nach »Achselknospe« in der letzten Zeile die Anmerkung des Originals, wie folgt.

»Es findet sich zuweilen bei diesem Blatte eine einfache oder doppelte Knospe, die aber ein wenig seitwärts, und nicht genau in der Mitte dieser Blattachsel steht.«

Seite 123 Zeile 3 von oben soll es »Geißblatt« (Lonicera tatarica) statt »Vogelkirsche« heißen.

Seite 171 statt §. 261 lies §. 271.
» — » §. 272 » §. 282.
» 186 » §. 289 » §. 299.
» 190 » §. 301 » §. 304.

Im Original ist hinter §. 263 die Paragraphenzahl 264 ausgelassen und von da an die §§. immer um 10 zu niedrig numerirt.

Taf. I.

Zu Jussieu's Botanik. 1. Abtheil.

24.
25.
26.
27.
28.
29
32.
33.
63.
66.
67.
68.
87.
91.

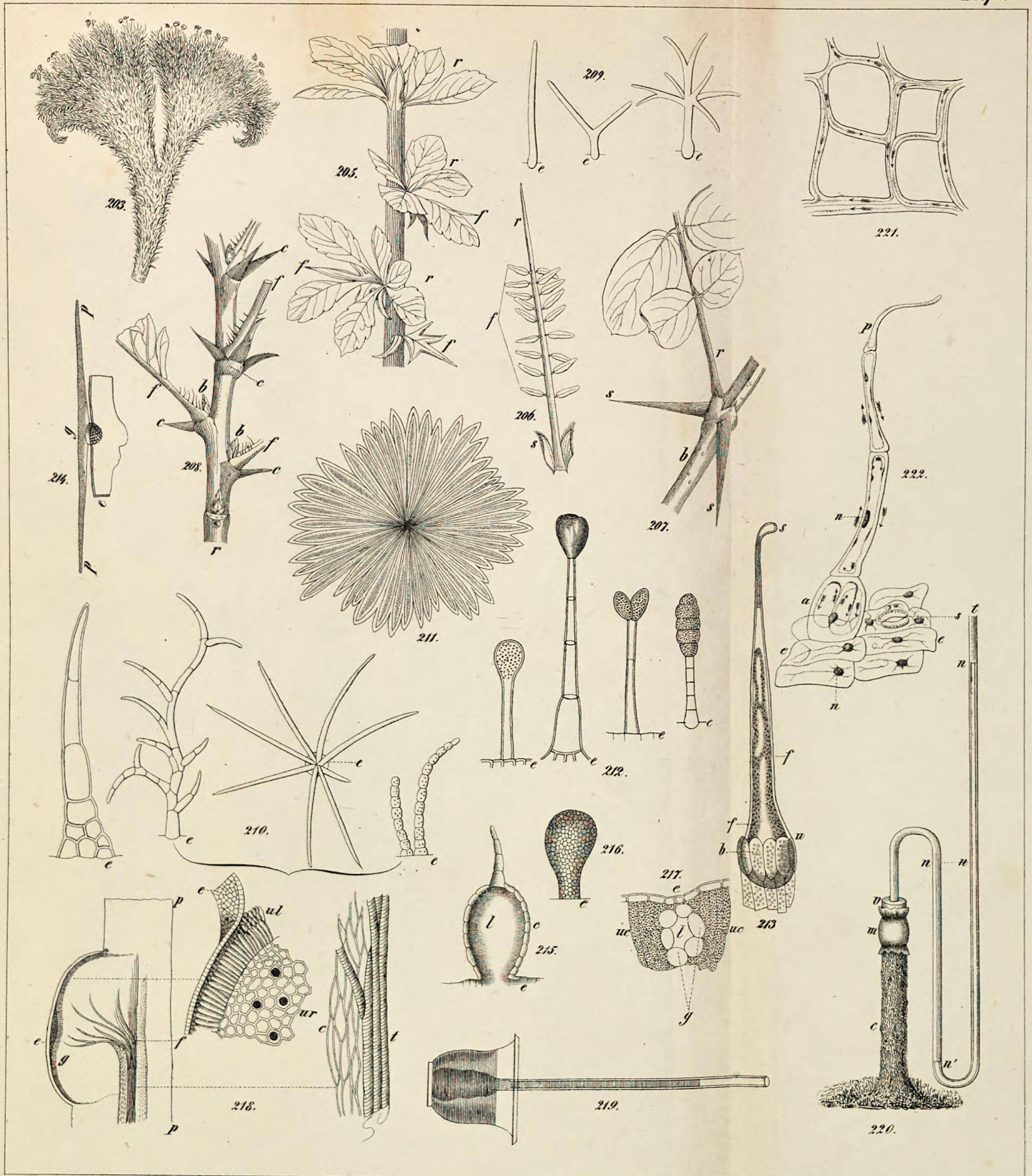
98.
1
2
1
ep.
p
vl
ec
fe
fc
c
fl
vp.
fl
vp.
fl
vp.
fl
99.
p
ec
fc
fl
vp.
106.
3.
1.
107.
zl
m
zl
b
a
a
a
a

96.
97.
98.
99.
100.
101.
102.
103.
104.
105.
106.
107.
108.
109.
110.
111.
112.
113.
114.
115.
116.
117.
118.
119.
120.
121.
122.
123.
124.
125.
126.
127.
128

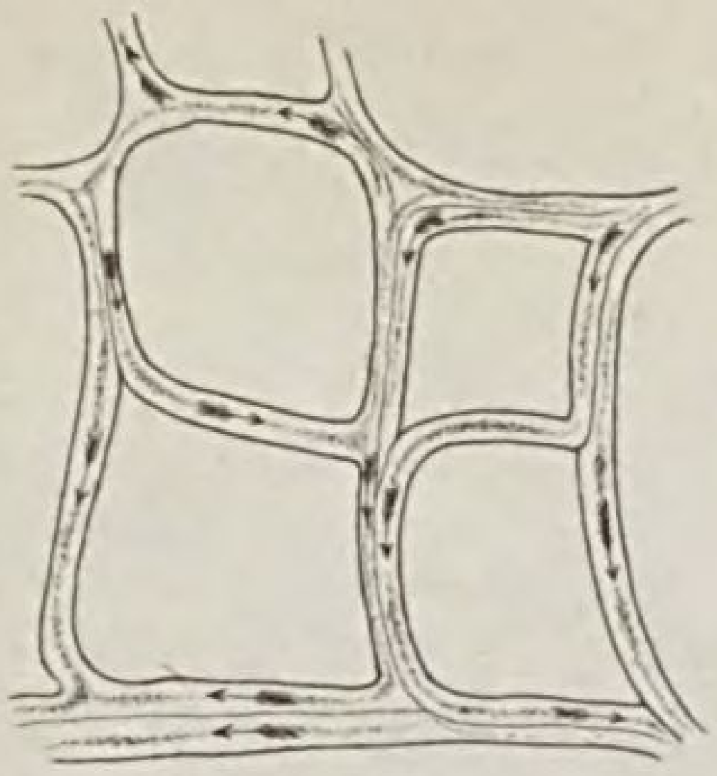
131.
132.
135.
144.
145.
146.
147.
159.
161.

169.
173.
174.
171.
183.
197.
192.
193.
194.

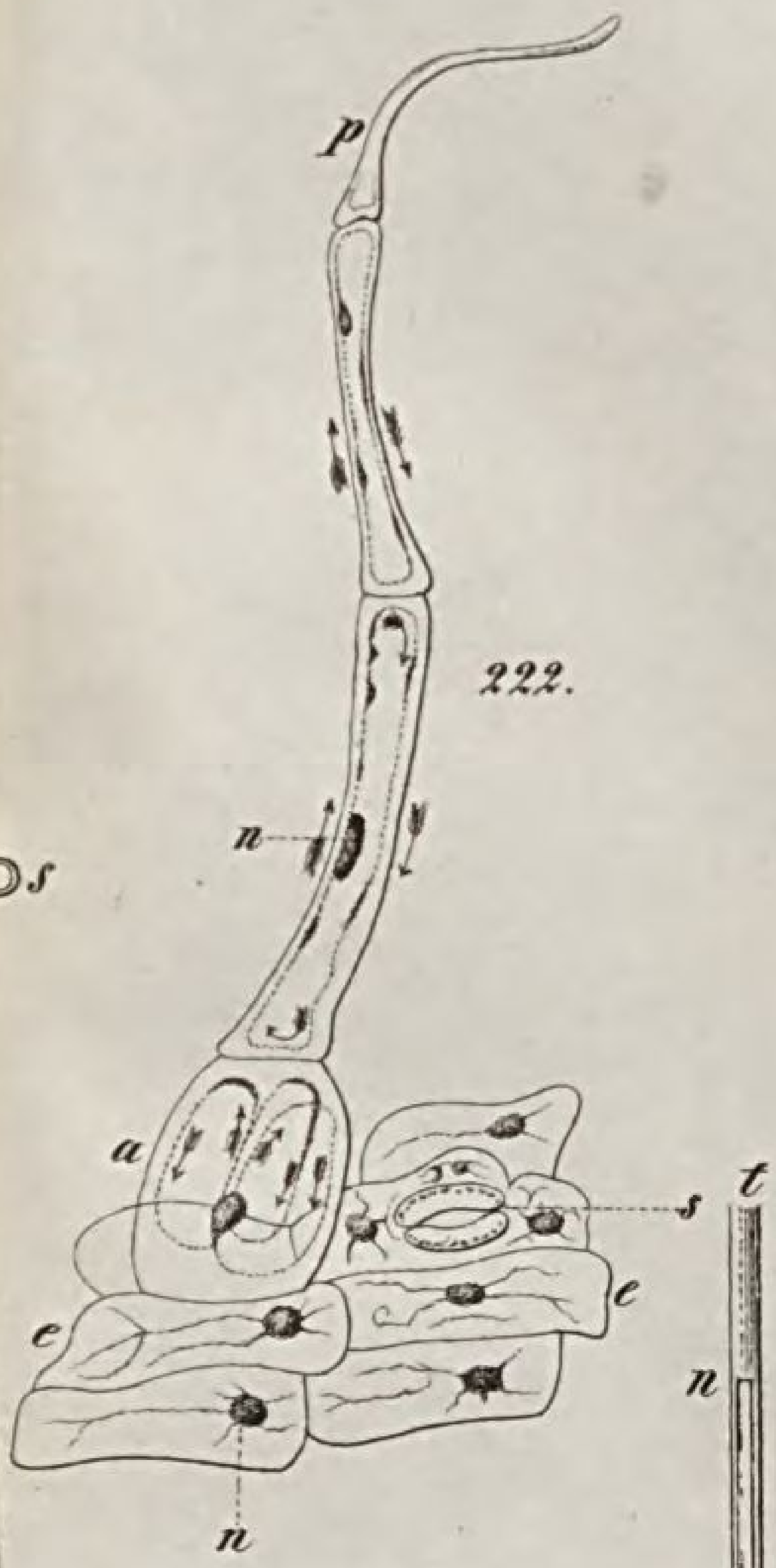
Zu Jussieu's Botanik. 1. Abtheil.



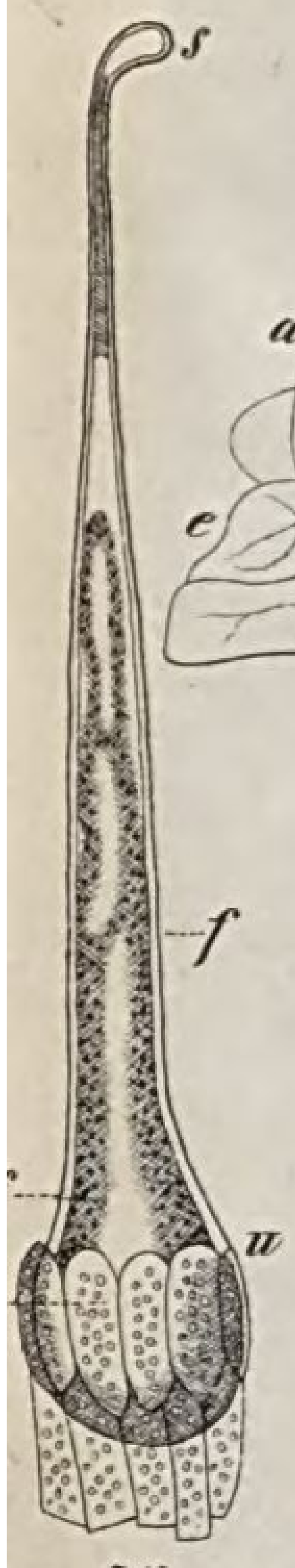
Zu Jussieu's Botanik 1. Abtheil.



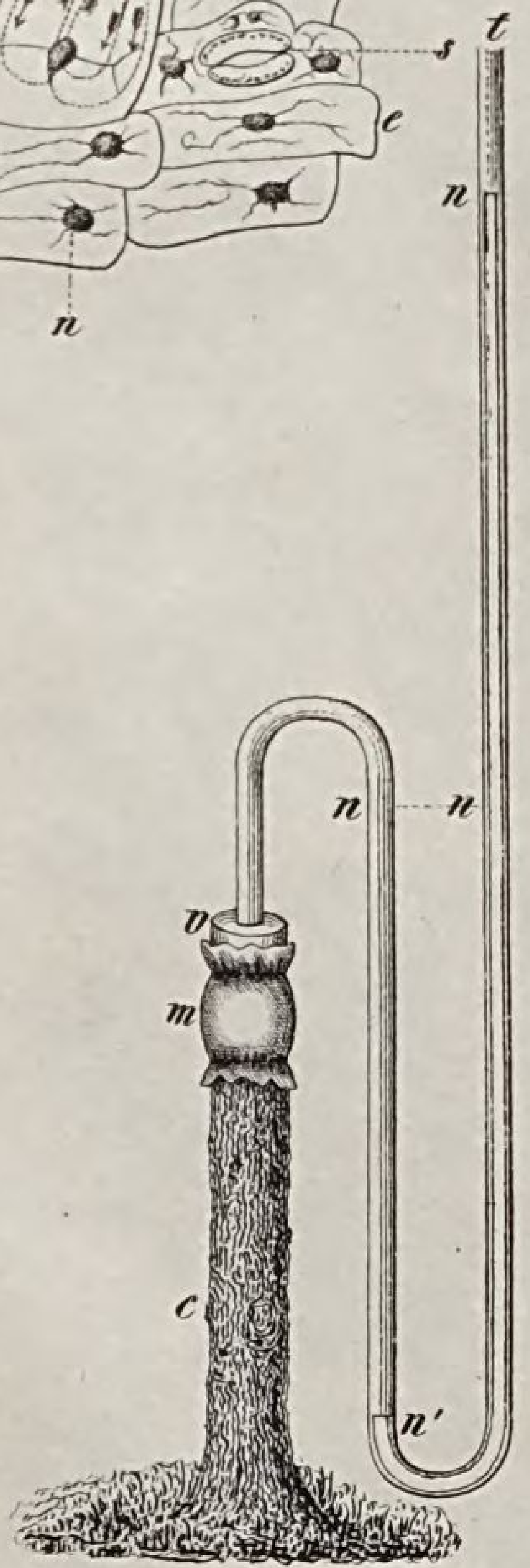
221.



222.



213



220.

Prag, 1844.
Verlag der J. G. Calve'schen Buchhandlung.

Oberm.

Jussieu, Antoine Laurent <<de>>,

Elementarkurs der Botanik Abgefaßt nach d. Programm d. Univ. v. Paris v. 14
. Sept. 1840. Aus d. Franz. übers. u. mit Anm. u. Zusätzen versehen

Bd.: 1

Prag 1844

Phyt. 304 xd-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10302005-0